

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-208579

(43)Date of publication of application : 26.07.2002

(51)Int.Cl.

H01L 21/304

B05B 7/04

B05C 11/08

B05C 11/10

G03F 7/42

H01L 21/027

H01L 21/306

(21)Application number : 2001-287949

(71)Applicant : DAINIPPON SCREEN MFG CO LTD

(22)Date of filing : 21.09.2001

(72)Inventor : OKUDA SEIICHIRO  
SUGIMOTO HIROAKI  
SATO MASANOBU  
HIRAE SADA O  
YASUDA SHUICHI  
MORINISHI TAKEYA

(30)Priority

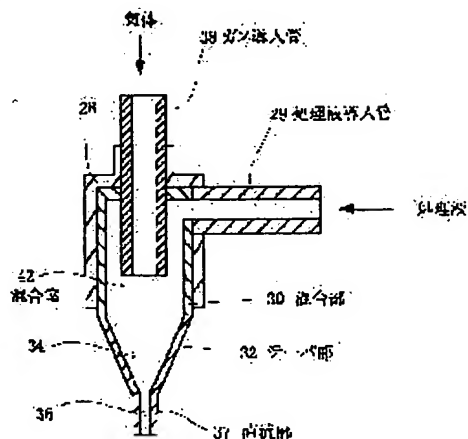
Priority number : 2000288076 Priority date : 22.09.2000 Priority country : JP

## (54) SUBSTRATE TREATMENT DEVICE AND SUBSTRATE TREATING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve treating amount when a treatment for removing an organic matter existing in a substrate by the removal liquid of the organic matter, especially a treatment for removing a resist film from the substrate.

SOLUTION: A vapor mix nozzle 27 having a mixing part 30 mixing treatment liquid and pressurized vapor and forming a treatment liquid mist and a discharge part having a tape-like a passage 34 where one end is connected to the mixing part 30 and becomes narrow toward the other end is disposed. Treatment liquid mist is jetted to the substrate at high speed from the vapor mix nozzle 27.



27 気液混合ノズル

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

27.10.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than  
the examiner's decision of rejection or  
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

---

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-コード (参考)	
H01L 21/304	643	H01L 21/304	643	C 2H096
			643	A 4F033
B05B 7/04		B05B 7/04		4F042
B05C 11/08		B05C 11/08		5F043
11/10		11/10		5F046

審査請求 未請求 請求項の数32 O L (全25頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-287949(P 2001-287949)

(22) 出願日 平成13年9月21日(2001.9.21)

(31) 優先権主張番号 特願2000-288076(P 2000-288076)

(32) 優先日 平成12年9月22日(2000.9.22)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000207551  
大日本スクリーン製造株式会社  
京都府京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神北町1番地の1

(72) 発明者 奥田 誠一郎  
京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神北町1番地の1 大日本スクリーン製造株式会社内

(72) 発明者 杉本 洋昭  
京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神北町1番地の1 大日本スクリーン製造株式会社内

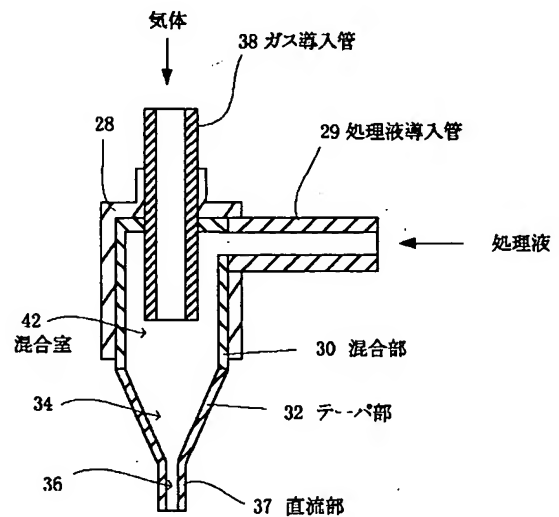
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 基板処理装置および基板処理方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 基板に存在する有機物を、有機物の除去液で除去する処理、特に基板からレジスト膜を除去する処理を行ったときの処理品質を向上させる。

【解決手段】 処理液と加圧された気体とを混合して処理液ミストを作製する混合部30と、一端が混合部30に接続され他端に向かって狭くなるテーパ状流路34を有する吐出部とを有する気液混合ノズル27を設け、気液混合ノズル27から処理液ミストを高速で基板に噴射する。



27 気液混合ノズル

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】レジスト膜をマスクとして基板の表面に存在する薄膜をドライエッチングするドライエッチング工程を経た基板から、該ドライエッチング工程によって基板上に生成された反応生成物を除去する基板処理装置において、

前記ドライエッチング工程を経た基板を保持して回転する保持回転部と、

回転している基板に対して反応生成物を除去する除去液を供給する除去液供給部と、

回転している基板に対して純水を供給する純水供給部とを有し、

前記純水供給部は、

液体と加圧されたガスとを混合してミストを形成する混合室を有する混合部と、一端が混合室に接続され他端に向って狭くなるテーパ状流路を有する吐出部とを有する気液混合ノズルを有するとともに、

前記気液混合ノズルはガスと純水とを混合して純水ミストを基板に供給する基板処理装置。

【請求項 2】レジスト膜をマスクとして基板の表面に存在する薄膜をドライエッチングするドライエッチング工程を経た基板から、該ドライエッチング工程によって基板上に生成された反応生成物を除去する基板処理装置において、

前記ドライエッチング工程を経た基板を保持して回転する保持回転部と、

回転している基板に対して反応生成物を除去する除去液を供給する除去液供給部と、

回転している基板に対して純水を供給する純水供給部とを有し、

前記除去液供給部は、

液体と加圧されたガスとを混合してミストを形成する混合室を有する混合部と、一端が混合室に接続され他端に向って狭くなるテーパ状流路を有する吐出部とを有する気液混合ノズルを有するとともに、

前記気液混合ノズルはガスと除去液とを混合して除去液ミストを基板に供給する基板処理装置。

【請求項 3】レジスト膜をマスクとして基板の表面に存在する薄膜をドライエッチングするドライエッチング工程を経た基板から、該ドライエッチング工程によって基板上に生成された反応生成物を除去する基板処理装置において、

前記ドライエッチング工程を経た基板を保持して回転する保持回転部と、回転している基板に対して反応生成物を除去する除去液を供給する除去液供給部と、

回転している基板に対して基板の除去液を洗い流す中間リンス液を供給する中間リンス液供給部と、

回転している基板に対して純水を供給する純水供給部とを有し、

前記中間リンス液供給部は、液体と加圧されたガスとを

混合してミストを形成する混合室を有する混合部と、一端が混合室に接続され他端に向って狭くなるテーパ状流路を有する吐出部とを有する気液混合ノズルを有するとともに、

前記気液混合ノズルはガスと中間リンス液とを混合して中間リンス液ミストを基板に供給する基板処理装置。

【請求項 4】請求項 1 ないし請求項 3 に記載の基板処理装置において、

前記気液混合ノズルからのミストの吐出方向は基板表面に対して傾斜している基板処理装置。

【請求項 5】請求項 1 ないし請求項 4 に記載の基板処理装置において、

前記吐出部は一端がテーパ状流路に接続され他端に向って同じ形状の断面が連続する直流路を更に有する基板処理装置。

【請求項 6】請求項 1 ないし請求項 5 に記載の基板処理装置において、

前記混合室の内壁面は滑らかな表面を有する基板処理装置。

【請求項 7】請求項 6 に記載の基板処理装置において、前記混合室の内壁面は平滑度として表面の凹凸が  $0.3 \mu\text{m}$  以下の範囲である滑らかな表面を有する基板処理装置。

【請求項 8】請求項 6 に記載の基板処理装置において、前記混合室の内壁面は平滑度として表面の凹凸が  $0.1 \mu\text{m}$  以下の範囲である滑らかな表面を有する基板処理装置。

【請求項 9】請求項 1 ないし請求項 8 に記載の基板処理装置において、

前記混合部は、液を供給する供給管がガスを導入するガス導入管の外側を取り囲む構造である基板処理装置。

【請求項 10】基板に存在する有機物を除去する基板処理装置において、

基板を保持して回転する保持回転部と、

前記基板に有機物を除去する除去液を供給する除去液供給部と、

前記基板に純水を供給する純水供給部とを有し、

前記純水供給部は、加圧されたガスと液体とを混合してミストを形成する気液混合ノズルを有するとともに、該気液混合ノズルにて、加圧されたガスと純水とを混合して純水ミストを形成し、基板に供給することを特徴とする基板処理装置。

【請求項 11】基板に存在する有機物を除去する基板処理装置において、

基板を保持して回転する保持回転部と、

前記基板に有機物を除去する除去液を供給する除去液供給部と、

前記基板に純水を供給する純水供給部とを有し、

前記除去液供給部は、加圧されたガスと液体とを混合してミストを形成する気液混合ノズルを有するとともに、

該気液混合ノズルにて、加圧されたガスと除去液とを混合して除去液ミストを形成し、基板に供給することを特徴とする基板処理装置。

【請求項 12】基板に存在する有機物を除去する基板処理装置において、

基板を保持して回転する保持回転部と、

前記基板に有機物を除去する除去液を供給する除去液供給部と、

基板上的除去液を洗い流す中間リンス液を供給する中間リンス液供給部と、

前記基板に純水を供給する純水供給部とを有し、

前記中間リンス液供給部は、加圧されたガスと液体とを混合してミストを形成する気液混合ノズルを有するとともに、該気液混合ノズルにて、加圧されたガスと中間リンス液とを混合して中間リンス液ミストを形成し、基板に供給することを特徴とする基板処理装置。

【請求項 13】請求項 10 ないし請求項 12 に記載の基板処理装置において、

前記気液混合ノズルは液体と加圧されたガスとを混合してミストを形成する混合室を有する混合部と、一端が混合室に接続され他端に向って狭くなるテーパ状流路を有する吐出部とを有することを特徴とする基板処理装置。

【請求項 14】請求項 10 ないし請求項 13 に記載の基板処理装置において、

前記気液混合ノズルからのミストの吐出方向は基板表面に対して傾斜している基板処理装置。

【請求項 15】請求項 10 ないし請求項 14 に記載の基板処理装置において、

前記吐出部は一端がテーパ状流路に接続され他端に向って同じ形状の断面が連続する直流路を更に有する基板処理装置。

【請求項 16】請求項 10 ないし請求項 15 に記載の基板処理装置において、

前記混合室の内壁面は滑らかな表面を有する基板処理装置。

【請求項 17】請求項 16 に記載の基板処理装置において、

前記混合室の内壁面は平滑度として表面の凹凸が 0.3  $\mu\text{m}$  以下の範囲である滑らかな表面を有する基板処理装置。

【請求項 18】請求項 16 に記載の基板処理装置において、

前記混合室の内壁面は平滑度として表面の凹凸が 0.1  $\mu\text{m}$  以下の範囲である滑らかな表面を有する基板処理装置。

【請求項 19】請求項 13 ないし請求項 18 に記載の基板処理装置において、

前記混合部は、液を供給する供給管がガスを導入するガス導入管の外側を取り囲む構造である基板処理装置。

【請求項 20】請求項 10 ないし請求項 12 に記載の基

板処理装置において、

前記気液混合ノズルは液体を吐出する液体吐出手段と前記液体吐出手段に近接して気体を吐出する気体吐出手段とを備え、

前記液体吐出手段から吐出される液体を、空中にて前記気体吐出手段より吐出された気体と混合させてミストを形成し、基板に供給することを特徴とする基板処理装置。

【請求項 21】請求項 21 に記載の基板処理装置において、

前記液体と気体の混合は、前記液体吐出手段から吐出される液体と、前記気体吐出手段より吐出された気体とを空中にて衝突させることにより行うことを特徴とする基板処理装置。

【請求項 22】請求項 21 に記載の基板処理装置において、

前記液体と気体の混合は、吐出された液体もしくは気体のどちらか一方の空中への噴流中で他方を吐出させることにより行うことを特徴とする基板処理装置。

【請求項 23】請求項 21 に記載の基板処理装置において、

前記液体吐出手段は液体供給手段と、その液体供給手段より供給された液体を吐出する液体吐出口と、を備え、前記気体吐出手段は気体供給手段と、その気体供給手段により供給された気体を吐出する気体吐出口と、を備え、

前記液体吐出口を通る中心軸線と、前記気体吐出口を通る中心軸線との交点における各軸線のなす角度は、0 度以上で 110 度以下の範囲であることを特徴とする基板処理装置。

【請求項 24】請求項 10 ないし請求項 12 に記載の基板処理装置において、

液体供給手段より供給された液体を吐出する液体吐出口と、

気体供給手段より供給された気体を吐出する気体吐出口と、を前記気液混合ノズルに備え、

前記液体吐出口から吐出された液体に、液体吐出口の直後において、気体を混入すべく前記気体吐出口より吐出し、前記液体を気体の混合により滴状化させてミストを形成し、基板に供給することを特徴とする基板処理装置。

【請求項 25】請求項 24 に記載の基板処理装置において、

前記液体と気体の混合は、前記液体吐出口から吐出される液体と、前記気体吐出口より吐出された気体とを空中にて衝突させることにより行うことを特徴とする基板処理装置。

【請求項 26】請求項 24 に記載の基板処理装置において、

前記液体と気体の混合は、吐出された液体もしくは気体

のどちらか一方の空中への噴流中で他方を吐出させることにより行うことを特徴とする基板処理装置。

【請求項27】請求項24に記載の基板処理装置において、

前記液体吐出口を通る中心軸線と、前記気体吐出口を通る中心軸線との交点における各軸線のなす角度は、0度以上で110度以下の範囲であることを特徴とする基板処理装置。

【請求項28】請求項24ないし請求項27に記載の基板処理装置において、

前記気体供給手段を作用して気体の吐出を開始し、所定時間の後に、前記液体供給手段を作用させ液体の吐出を開始するように制御する制御手段と、を有することを特徴とする基板処理装置。

【請求項29】請求項24ないし請求項28に記載の基板処理装置において、

前記液体供給手段の作動を停止して、所定時間の後に、前記気体供給手段を作用を停止するように制御する制御手段と、を有することを特徴とする基板処理装置。

【請求項30】請求項10ないし請求項29に記載の基板処理装置において、

前記有機物はレジストが変質して生じた反応生成物であり、前記除去液は該反応生成物を除去する除去液であることを特徴とする基板処理装置。

【請求項31】請求項20ないし請求項29に記載の基板処理装置において、

前記有機物は、レジスト膜をマスクとして基板の表面に存在する薄膜をドライエッチングするドライエッチング工程を経た基板によって基板上に生成された反応生成物であり、前記除去液は該反応生成物を除去する除去液であることを特徴とする基板処理装置。

【請求項32】請求項1ないし請求項31を用いて基板を処理することを特徴とする基板処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明が属する技術分野】本発明は基板に存在する有機物を、有機物の除去液で除去する基板処理装置に係る。特に、基板からレジスト膜を除去する基板処理装置に係る。

【0002】また、本発明はレジストが変質して生じた反応生成物が存在する基板に、反応生成物の除去液を供給して除去する基板処理装置に係り、特にレジスト膜をマスクとして基板の表面に存在する薄膜をドライエッチングするドライエッチング工程を経た基板から、該ドライエッチング工程によって基板上に生成された反応生成物を除去する基板処理装置に関する。

【0003】

【従来の技術】半導体装置の製造工程においては半導体ウエハなどの基板上に形成されたアルミや銅などの金属の薄膜がレジスト膜をマスクとしてエッチングされて半

導体素子の配線とされる工程がある。例えば図17

(A)のように、基板101上に素子102が形成され、その上に金属膜103が形成される。この金属膜103は例えばアルミニウムである。そして金属膜103の上にはレジスト膜104が形成されている。このレジスト膜104は金属膜103の上面にレジストを塗布して乾燥させ、乾燥したレジストに対して露光機によって配線パターンを露光し、露光が済んだレジストに対して現像液を供給して不要な部分を溶解除去することによって得ることができる。これによって、金属膜103の必要部分だけはレジスト膜103によってマスクされ、次のエッチング工程では該金属膜103の必要部分はエッチングされずに残ることになる。次に、レジスト膜103によってマスクされた金属膜103に対してRIEなどのドライエッチングを施すと金属膜103の内、レジスト膜103によってマスクされていない部分はエッチングされて除去され、エッチングされずに残った部分が金属配線106となる。このようにドライエッチングを行うと図17(B)のように、金属配線106の側方にレジスト膜103などに由来する反応生成物105が堆積する。この反応生成物105は後続するレジスト除去工程では通常除去されず、レジスト膜104を除去した後も図17(C)のように基板101に残ってしまう。このような反応生成物105を除去せずに基板101を次工程に渡すと次工程以降の処理品質に悪影響を与えるので次工程に渡す前に除去する必要がある。従来の基板処理装置では、基板に対して反応生成物の除去液を供給する除去液供給手段、除去液を洗い流す作用のある有機溶剤などの中間リンス液を基板に供給する中間リンス供給手段、基板に純水を供給して純水洗浄を行う純水供給手段を有している。そして、このような反応生成物を除去する基板処理装置ではノズルから基板に対して各種処理液を供給している。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、従来のこの種の基板処理装置においてはノズルの構成についての考慮が特になされておらず、ノズルの構成に由来する処理品質の向上の余地があった。本発明の目的は、基板に存在する有機物を、有機物の除去液で除去する処理、特に、基板からレジスト膜を除去する処理を行ったときの処理品質を向上させることである。

【0005】また、本発明の目的はレジストが変質して生じた反応生成物が存在する基板に、反応生成物の除去液を供給して、基板から反応生成物を除去する処理を行ったときの処理品質を向上させることである。

【0006】また、本発明の目的はレジスト膜をマスクとして基板の表面に存在する薄膜をドライエッチングするドライエッチング工程を経た基板から、該ドライエッチング工程によって基板上に生成された反応生成物を除去する処理の品質向上である。

10

20

30

40

50

【0007】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明はレジスト膜をマスクとして基板の表面に存在する薄膜をドライエッチングするドライエッチング工程を経た基板から、該ドライエッチング工程によって基板上に生成された反応生成物を除去する基板処理装置において、前記ドライエッチング工程を経た基板を保持して回転する保持回転部と、回転している基板に対して反応生成物を除去する除去液を供給する除去液供給部と、回転している基板に対して純水を供給する純水供給部とを有し、前記純水供給部は、液体と加圧されたガスとを混合してミストを形成する混合室を有する混合部と、一端が混合室に接続され他端に向って狭くなるテーパ状流路を有する吐出部とを有する気液混合ノズルを有するとともに、前記気液混合ノズルはガスと純水とを混合して純水ミストを基板に供給する基板処理装置である。

【0008】請求項2に記載の発明はレジスト膜をマスクとして基板の表面に存在する薄膜をドライエッチングするドライエッチング工程を経た基板から、該ドライエッチング工程によって基板上に生成された反応生成物を除去する基板処理装置において、前記ドライエッチング工程を経た基板を保持して回転する保持回転部と、回転している基板に対して反応生成物を除去する除去液を供給する除去液供給部と、回転している基板に対して純水を供給する純水供給部とを有し、前記除去液供給部は、液体と加圧されたガスとを混合してミストを形成する混合室を有する混合部と、一端が混合室に接続され他端に向って狭くなるテーパ状流路を有する吐出部とを有する気液混合ノズルを有するとともに、前記気液混合ノズルはガスと除去液とを混合して除去液ミストを基板に供給する基板処理装置である。

【0009】請求項3に記載の発明はレジスト膜をマスクとして基板の表面に存在する薄膜をドライエッチングするドライエッチング工程を経た基板から、該ドライエッチング工程によって基板上に生成された反応生成物を除去する基板処理装置において、前記ドライエッチング工程を経た基板を保持して回転する保持回転部と、回転している基板に対して反応生成物を除去する除去液を供給する除去液供給部と、回転している基板に対して基板上の除去液を洗い流す中間リンス液を供給する中間リンス液供給部と、回転している基板に対して純水を供給する純水供給部とを有し、前記中間リンス液供給部は、液体と加圧されたガスとを混合してミストを形成する混合室を有する混合部と、一端が混合室に接続され他端に向って狭くなるテーパ状流路を有する吐出部とを有する気液混合ノズルを有するとともに、前記気液混合ノズルはガスと中間リンス液とを混合して中間リンス液ミストを基板に供給する基板処理装置である。

【0010】請求項4に記載の発明は請求項1ないし請求項3に記載の基板処理装置において、前記気液混合ノ

ズルからのミストの吐出方向は基板表面に対して傾斜している基板処理装置である。

【0011】請求項5に記載の発明は請求項1ないし請求項4に記載の基板処理装置において、前記吐出部は一端がテーパ状流路に接続され他端に向って同じ形状の断面が連続する直流路を更に有する基板処理装置である。

【0012】請求項6に記載の発明は請求項1ないし請求項5に記載の基板処理装置において、前記混合室の内壁面は滑らかな表面を有する基板処理装置である。

【0013】請求項7に記載の発明は請求項6に記載の基板処理装置において、前記混合室の内壁面は平滑度として表面の凹凸が $0.3\mu\text{m}$ 以下の範囲である滑らかな表面を有する基板処理装置である。

【0014】請求項8に記載の発明は請求項6に記載の基板処理装置において、前記混合室の内壁面は平滑度として表面の凹凸が $0.1\mu\text{m}$ 以下の範囲である滑らかな表面を有する基板処理装置である。

【0015】請求項9に記載の発明は請求項1ないし請求項8に記載の基板処理装置において、前記混合部は、液を供給する供給管がガスを導入するガス導入管の外側を取り囲む構造である基板処理装置である。

【0016】請求項10に記載の発明は基板に存在する有機物を除去する基板処理装置において、基板を保持して回転する保持回転部と、前記基板に有機物を除去する除去液を供給する除去液供給部と、前記基板に純水を供給する純水供給部とを有し、前記純水供給部は、加圧されたガスと液体とを混合してミストを形成する気液混合ノズルを有するとともに、該気液混合ノズルにて加圧されたガスと純水とを混合して純水ミストを形成し、基板に供給することを特徴とする基板処理装置である。

【0017】請求項11に記載の発明は基板に存在する有機物を除去する基板処理装置において、基板を保持して回転する保持回転部と、前記基板に有機物を除去する除去液を供給する除去液供給部と、前記基板に純水を供給する純水供給部とを有し、前記除去液供給部は、加圧されたガスと液体とを混合してミストを形成する気液混合ノズルを有するとともに、該気液混合ノズルにて加圧されたガスと除去液とを混合して除去液ミストを形成し、基板に供給することを特徴とする基板処理装置である。

【0018】請求項12に記載の発明は基板に存在する有機物を除去する基板処理装置において、基板を保持して回転する保持回転部と、前記基板に有機物を除去する除去液を供給する除去液供給部と、基板上の除去液を洗い流す中間リンス液を供給する中間リンス液供給部と、前記基板に純水を供給する純水供給部とを有し、前記中間リンス液供給部は、加圧されたガスと液体とを混合してミストを形成する気液混合ノズルを有するとともに、該気液混合ノズルにて加圧されたガスと中間リンス液とを混合して中間リンス液ミストを形成し、基板に供給す

ることを特徴とする基板処理装置である。

【0019】請求項13に記載の発明は請求項10ないし請求項12に記載の基板処理装置において、前記気液混合ノズルは液体と加圧されたガスとを混合してミストを形成する混合室を有する混合部と、一端が混合室に接続され他端に向って狭くなるテーパ状流路を有する吐出部とを有することを特徴とする基板処理装置である。

【0020】請求項14に記載の発明は請求項10ないし請求項13に記載の基板処理装置において、前記気液混合ノズルからのミストの吐出方向は基板表面に対して傾斜している基板処理装置である。

【0021】請求項15に記載の発明は請求項10ないし請求項14に記載の基板処理装置において、前記吐出部は一端がテーパ状流路に接続され他端に向って同じ形状の断面が連続する直流路を更に有する基板処理装置である。

【0022】請求項16に記載の発明は請求項10ないし請求項15に記載の基板処理装置において、前記混合室の内壁面は滑らかな表面を有する基板処理装置である。

【0023】請求項17に記載の発明は請求項16に記載の基板処理装置において、前記混合室の内壁面は平滑度として表面の凹凸が $0.3\mu\text{m}$ 以下の範囲である滑らかな表面を有する基板処理装置である。

【0024】請求項18に記載の発明は請求項16に記載の基板処理装置において、前記混合室の内壁面は平滑度として表面の凹凸が $0.1\mu\text{m}$ 以下の範囲である滑らかな表面を有する基板処理装置である。

【0025】請求項19に記載の発明は請求項13ないし請求項18に記載の基板処理装置において、前記混合部は、液を供給する供給管がガスを導入するガス導入管の外側を取り囲む構造である基板処理装置である。

【0026】請求項20に記載の発明は請求項10ないし請求項12に記載の基板処理装置において、前記気液混合ノズルは液体を吐出する液体吐出手段と前記液体吐出手段に近接して気体を吐出する気体吐出手段とを備え、前記液体吐出手段から吐出される液体を、空中にて前記気体吐出手段より吐出された気体と混合させてミストを形成し、基板に供給することを特徴とする基板処理装置である。

【0027】請求項21に記載の発明は請求項21に記載の基板処理装置において、前記液体と気体の混合は、前記液体吐出手段から吐出される液体と、前記気体吐出手段より吐出された気体とを空中にて衝突させることにより行うことを特徴とする基板処理装置である。

【0028】請求項22に記載の発明は請求項21に記載の基板処理装置において、前記液体と気体の混合は、吐出された液体もしくは気体のどちらか一方の空中への噴流中で他方を吐出させることにより行うことを特徴とする基板処理装置である。

【0029】請求項23に記載の発明は請求項21に記載の基板処理装置において、前記液体吐出手段は液体供給手段と、その液体供給手段より供給された液体を吐出する液体吐出口と、を備え、前記気体吐出手段は気体供給手段と、その気体供給手段により供給された気体を吐出する気体吐出口と、を備え、前記液体吐出口を通る中心軸線と、前記気体吐出口を通る中心軸線との交点における各軸線のなす角度は、 $0^\circ$ 以上で $110^\circ$ 以下の範囲であることを特徴とする基板処理装置である。

【0030】請求項24に記載の発明は請求項10ないし請求項12に記載の基板処理装置において、液体供給手段より供給された液体を吐出する液体吐出口と、気体供給手段より供給された気体を吐出する気体吐出口と、を前記気液混合ノズルに備え、前記液体吐出口から吐出された液体に、液体吐出口の直後において、気体を混入すべく前記気体吐出口より吐出し、前記液体を気体の混合により滴状化させてミストを形成し、基板に供給することを特徴とする基板処理装置である。

【0031】請求項25に記載の発明は請求項24に記載の基板処理装置において、前記液体と気体の混合は、前記液体吐出口から吐出される液体と、前記気体吐出口より吐出された気体とを空中にて衝突させることにより行うことを特徴とする基板処理装置である。

【0032】請求項26に記載の発明は請求項24に記載の基板処理装置において、前記液体と気体の混合は、吐出された液体もしくは気体のどちらか一方の空中への噴流中で他方を吐出させることにより行うことを特徴とする基板処理装置である。

【0033】請求項27に記載の発明は請求項24に記載の基板処理装置において、前記液体吐出口を通る中心軸線と、前記気体吐出口を通る中心軸線との交点における各軸線のなす角度は、 $0^\circ$ 以上で $110^\circ$ 以下の範囲であることを特徴とする基板処理装置である。

【0034】請求項28に記載の発明は請求項24ないし請求項27に記載の基板処理装置において、前記気体供給手段を作動して気体の吐出を開始し、所定時間の後に、前記液体供給手段を作動させ液体の吐出を開始するように制御する制御手段と、を有することを特徴とする基板処理装置である。

【0035】請求項29に記載の発明は請求項24ないし請求項28に記載の基板処理装置において、前記液体供給手段の作動を停止して、所定時間の後に、前記気体供給手段を作動を停止するように制御する制御手段と、を有することを特徴とする基板処理装置である。

【0036】請求項30に記載の発明は請求項10ないし請求項29に記載の基板処理装置において、前記有機物はレジストが変質して生じた反応生成物であり、前記除去液は該反応生成物を除去する除去液であることを特徴とする基板処理装置である。

【0037】請求項31に記載の発明は請求項20ない



し請求項29に記載の基板処理装置において、前記有機物は、レジスト膜をマスクとして基板の表面に存在する薄膜をドライエッチングするドライエッチング工程を経た基板によって基板上に生成された反応生成物であり、前記除去液は該反応生成物を除去する除去液であることを特徴とする基板処理装置である。

【0038】請求項32に記載の発明は請求項1ないし請求項31を用いて基板を処理することを特徴とする基板処理方法である。

【0039】

【発明の実施の形態】以下の各実施形態において、基板とは半導体基板であり、より詳しくはシリコン基板である。また、当該基板は薄膜を有する。該薄膜は金属膜または絶縁膜である。金属膜を構成する金属としては銅やアルミニウム、チタン、タングステンがある。絶縁膜としてはシリコン酸化膜やシリコン窒化膜、有機絶縁膜、低誘電体層間絶縁膜がある。なお、ここでいう薄膜とは、薄膜が形成された基板の主面に対して垂直方向の断面において高さ寸法が底部の長さ寸法より短いものはもちろん、高さ寸法が底部の長さ寸法より長いものも含む。従って、基板上で部分的に形成されている膜や配線など、基板主面に向ったとき線状や島状に存在するものも薄膜に含まれる。

【0040】また以下の各実施形態における基板処理とは基板から有機物を除去する有機物除去処理、または、レジストが変質して生じた反応生成物を基板から除去する反応生成物除去処理である。さらに具体的に述べると、有機物としてのレジストを除去する処理、またはドライエッチングによって生じた有機物であり、レジストや薄膜に由来する反応生成物であるポリマーを基板から除去するポリマー除去処理である。

【0041】例えば、レジスト膜をマスクとして前記薄膜をドライエッチングする工程を経た基板にはドライエッチングによってレジストや薄膜に由来する反応生成物であるポリマーが生成されている。このポリマーはレジストそのものよりも薄膜に由来する成分（例えば金属）が多く含まれた有機物である。なお、ここでいうレジストは感光性物質である。また、以下の各実施形態における除去液とは有機物を除去する有機物除去液であり、レジストが変質して生じた反応生成物の除去液であり、レジストを除去するレジスト除去液であって、ポリマー除去液である。ポリマー除去液としては有機アルカリ液を含む液体、有機アミンを含む液体、無機酸を含む液体、フッ化アンモン系物質を含む液体が使用できる。その内、有機アルカリ液を含む液体としてはDMF（ジメチルホルムアミド）、DMSO（ジメチルスルホキシド）、ヒドロキシルアミンが挙げられる。また無機酸を含む液体としてはフッ酸、リン酸が挙げられる。その他、ポリマー除去液としては1-メチル-2ピロリドン、テトラヒドロチオフェン1,1-ジオキソド、イソプロパ

ノールアミン、モノエタノールアミン、2-（2アミノエトキシ）エタノール、カテコール、N-メチルピロリドン、アロマトイックジオール、パーフレン、フェノールを含む液体などがあり、より具体的には、1-メチル-2ピロリドンとテトラヒドロチオフェン1,1-ジオキソドとイソプロパノールアミンとの混合液、ジメチルスルホキシドとモノエタノールアミンとの混合液、2-（2アミノエトキシ）エタノールとヒドロキシルアミンとカテコールとの混合液、2-（2アミノエトキシ）エタノールとN-メチルピロリドンとの混合液、モノエタノールアミンと水とアロマトイックジオールとの混合液、パークレンとフェノールとの混合液などが挙げられる。

【0042】なお、有機アミンを含む液体（有機アミン系除去液という。）にはモノエタノールアミンと水とアロマトイックトリオールとの混合溶液、2-（2アミノエトキシ）エタノールとヒドロキシルアミンとカテコールとの混合溶液、アルカノールアミンと水とジアルキルスルホキシドとヒドロキシルアミンとアミン系防食剤の混合溶液、アルカノールアミンとグリコールエーテルと水との混合溶液、ジメチルスルホキシドとヒドロキシルアミンとトリエチレンテトラミンとピロカテコールと水の混合溶液、水とヒドロキシルアミンとピロガロールとの混合溶液、2-アミノエタノールとエーテル類と糖アルコール類との混合溶液、2-（2アミノエトキシ）エタノールとNとN-ジメチルアセトアセトアミドと水とトリエタノールアミンとの混合溶液がある。

【0043】また、フッ化アンモン系物質を含む液体（フッ化アンモン系除去液という。）には、有機アルカリと糖アルコールと水との混合溶液、フッ素化合物と有機カルボン酸と酸・アミド系溶剤との混合溶液、アルキルアミドと水と弗化アンモンとの混合溶液、ジメチルスルホキシドと2-アミノエタノールと有機アルカリ水溶液と芳香族炭化水素との混合溶液、ジメチルスルホキシドと弗化アンモンと水との混合溶液、弗化アンモンとトリエタノールアミンとペンタメチルジエチレントリアミンとイミノジ酢酸と水の混合溶液、グリコールと硫酸アルキルと有機塩と有機酸と無機塩の混合溶液、アミドと有機塩と有機酸と無機塩との混合溶液、アミドと有機塩と有機酸と無機塩との混合溶液がある。また、無機物を含む無機系除去液としては水とリン酸誘導体との混合溶液がある。また、以下の各実施形態における中間リンス液とは除去液を基板から洗い流す液体であり、例えばイソプロピルアルコール（IPA）などの有機溶剤またはオゾン水を純水に溶解したオゾン水、水素を純水に溶解した水素水などの機能水である。なお、中間リンス液としてオゾン水を純水に溶解したオゾン水を使用すれば、有機物、レジストが変質して生じた反応生成物、ポリマーをより完全に除去できる。

【0044】また、以下の各実施形態において、除去液、中間リンス液、純水を総称して処理液という。

10

20

30

40

50

【0045】＜1、第1実施形態の基板処理装置＞図1、図2は基板処理装置1の構成を示す図である。なお、図1は図2のI-I断面図であるが、便宜上、一部ハッチングを省略している。基板処理装置1は図1のように断面が略コの字状で、上面視では図2のように中央部分に開口を有する略リング状のカップ3と、図1のようにカップ3の開口を通じて鉛直方向に立設され、基板Wを保持して回転する保持回転部5と、保持回転部5に保持されている基板Wに対して除去液を供給する除去液供給部7と、同じく保持回転部5に保持されている基板Wに対して純水を供給する純水供給部9とを有する。カップ3は底部に複数の排出口4を有する。そして、基板Wに供給された処理液の剰余分はカップ3の内壁を伝って排出口4に至り、該排出口4から装置外に排出される。保持回転部5は不図示の機枠に固定され、鉛直方向に配された駆動軸を有するスピンモータ13とスピンモータ13の駆動軸に固定されたスピン軸14と、スピン軸14の頂部に設けられた基板保持部材としてのバキューム式のチャック15とを有する。このチャック15は上面の吸着面に不図示の吸着孔を有し、該吸着孔からエアを吸引する。そして、チャック15上に載置された基板Wは前記吸着孔からのエアの吸引により保持される。このようにチャック15は基板Wの裏面のみと接触して基板Wを保持している。このような保持回転部5ではチャック15上に載置された基板Wをチャック15による吸着で保持し、スピンモータ13を駆動することで前記チャック15上に保持した基板Wを回転させる。除去液供給部7は、不図示の機枠に固定され、鉛直方向に配された駆動軸を有する第1回転モータ17と第1回転モータ17の駆動軸に固定された第1回転軸19と、第1回転軸19の頂部に接続された第1アーム21とを有する。第1アーム21の先端には除去液吐出ノズル11が設けられる。除去液吐出ノズル11は略鉛直方向に長手方向が配された管状部材であり、一端から除去液が供給されるとともに、他端から基板Wに対して除去液を供給する。また、同じく第1アーム21の先端にはブラケット23（図2では二点鎖線で表示）を介して除去液噴霧ノズル12が設けられている。除去液噴霧ノズル12は後述のように除去液ミストを噴射するが、基板Wの表面に対して45度の傾斜をもって除去液ミストを噴射するよう設置されている。そして、上記、前記除去液吐出ノズル11および除去液噴霧ノズル12は、除去液吐出ノズル11から吐出される除去液と除去液噴霧ノズル12から噴射される除去液ミストとが基板W表面において交差するように配置されているとともに、除去液吐出ノズル11および除去液噴霧ノズル12が第1回転モータ17によって回転させられたとき除去液吐出ノズル11から吐出される除去液と除去液噴霧ノズル12から噴射される除去液ミストとが図2のように基板Wの回転中心Cを通り、かつ、回転する基板Wの端縁が描く回転円95の円周上の2点で交差する円弧85上を往復移動するように配置されている。

の円周上の2点で交差する円弧85上を往復移動するように配置されている。

【0046】純水供給部9は、不図示の機枠に固定され、鉛直方向に配された駆動軸を有する第2回転モータ31と第2回転モータ31の駆動軸に固定された第2回転軸33と、第2回転軸33の頂部に接続された第2アーム35とを有する。第2アーム35の先端には純水吐出ノズル24が設けられる。純水吐出ノズル24は略鉛直方向に長手方向が配された管状部材であり、一端から純水が供給されるとともに、他端から基板Wに対して純水を供給する。また、同じく第2アーム35の先端にはブラケット26（図2では二点鎖線で表示）を介して純水噴霧ノズル25が設けられている。純水噴霧ノズル25は後述のように純水ミストを噴射するが、基板Wの表面に対して45度の傾斜をもって純水ミストを噴射するよう設置されている。そして、前記純水吐出ノズル24および純水噴霧ノズル25は、純水吐出ノズル24から吐出される純水と純水噴霧ノズル25から噴射される純水ミストとが基板W表面において交差するように配置されているとともに、純水吐出ノズル24および純水噴霧ノズル25が第2回転モータ31によって回転させられたとき純水吐出ノズル24から吐出される純水と純水噴霧ノズル25から噴射される純水ミストとが図2のように基板Wの回転中心Cを通り、かつ、回転する基板Wの端縁が描く回転円95の円周上の2点で交差する円弧87上を往復移動するように配置されている。

【0047】＜2、気液混合ノズル＞上述の除去液噴霧ノズル12および、純水噴霧ノズル25は同様の構成であって、図3のような気液混合ノズル27を用いている。気液混合ノズル27は気体と液体とが混合される混合室42を形成する円筒状の混合部30と、混合室42に一端が接続され多端に向って狭くなるテーパ状流路34を有し、前記混合部30に接続されたテーパ部32と、テーパ状流路34に一端が接続され多端に向って同じ形状の断面が連続する直流路36を有し、前記テーパ部32に接続された直流部37とを有する。また、混合部30にはガス導入管38と処理液導入管29とが接続されており、混合部30、ガス導入管38、処理液導入管29はハウジング28によって固定されている。混合部30は略円筒状の部材であり、混合部30の内径よりも小さい外径を有する円筒状

【0048】のガス導入管38が挿入されている。詳述すると、混合部30とガス導入管38とは各々円筒状であって、その中心軸を一致させている。そして、混合部30の内部にガス導入管38の端部が収まっている。混合部30に接続されているテーパ部32は円錐形状である。テーパ部32の、混合部30に接続されている一端の内径は該接続されている部分の混合部30の内径と同じ寸法である。そして、テーパ部32の内径は前記一端から多端に向って連続的に小さくなっていく構造となつ

ており、この構造によって、テーバ部32の内部において徐々に狭くなるテーバ状流路34が形成される。テーバ部32に接続されている直流部37は円筒状である。直流部37の、テーバ部32に接続されている一端の内径は該接続されている部分のテーバ部32の内径と同じ寸法である。そして、直流部37の内径は前記一端から多端に向かって連続的に同じである。すなわち、直流部37は一端から他端に向かって同じ形状（ここでは円形）の断面が連続する流路を有し、該同じ形状の断面が連続する流路が直流部36を構成する。なお、ここではテーバ部32と直流部37とは一体の部材で形成されている。

【0049】このような気液混合ノズル27ではガス導入管38から加圧された気体が供給され、処理液導入管29から処理液が供給されると、混合室42内で気体と処理液が混合され処理液は微細な液滴である処理液ミストとなる。そして、処理液ミストの移動速度はテーバ状流路34および、直流部36で加速され最終的に処理液ミストは直流部37の先端から噴射される。ここではガス導入管38から供給される気体の圧力を調節して最終的に直流部37から噴射される処理液ミストの速度を音速程度に加速している。この気液混合ノズル27の内壁部には、気体や処理液ミストが高速に衝突することから、該内壁部の削れによりパーティクルが発生する可能性があるが、少なくとも混合室42の内壁面すなわち、混合部30の内壁面の表面を滑らかな面にしていてその可能性が低減されている。ここでは前記混合室42の内壁面の表面の凹凸を0.3μm以下、（好ましくは0.1μm以下）の滑らかな面としている。また、混合部30は石英で、テーバ部32および直流部37は弗素樹脂で作製されているので処理液による汚染物質の溶出が低減されている。

【0050】以上のような気液混合ノズル27を除去液噴霧ノズル12として適用した場合、後述の窒素供給系93からガス導入管38に対して加圧された窒素ガスが供給され、除去液供給系89から処理液導入管29に対して除去液が供給される。これにより、除去液噴霧ノズル12からは除去液ミストが噴射される。また、気液混合ノズル27を純水噴霧ノズル25として適用した場合、窒素供給系93からガス導入管38に対して加圧された窒素ガスが供給され、純水供給系91から処理液導入管29に対して純水が供給される。これにより、純水噴霧ノズル25からは純水ミストが噴射される。

【0051】＜3、除去液供給系、純水供給系、窒素供給系＞図4に除去液供給系89と純水供給系91および、窒素供給系93を示す。除去液供給系89は装置外の除去液源45から除去液を汲み出す除去液ポンプ47と、除去液ポンプ47によって汲み出された除去液を所定温度に加熱または冷却することで除去液の温度を調節する温調器51と、温調器51で温度調節された除去液から汚染物質をフィルタリングするフィルタ49と、フ

ィルタリングされた除去液の除去液噴霧ノズル12への流路を開閉する除去液噴霧弁53とを有する。このような構成によって除去液供給系89は温調器51によって所定温度に温度調節され、フィルタ49で清浄化された除去液を除去液噴霧ノズル12に供給できる。また、除去液供給系89はフィルタリングされた除去液の除去液吐出ノズル11への流路を開閉する除去液吐出弁56も有し、除去液吐出弁56を開閉することで除去液吐出ノズル11からの除去液の吐出、吐出停止を制御することができる。

【0052】純水供給系91は装置外の純水源55から純水を汲み出す純水ポンプ57と、純水ポンプ57によって汲み出された純水を所定温度に加熱または冷却することで純水の温度を調節する温調器52と、温調器52で温度調節された純水から汚染物質をフィルタリングするフィルタ59と、フィルタリングされた純水の純水噴霧ノズル25への流路を開閉する純水噴霧弁63とを有する。このような構成によって純水供給系91は温調器52によって所定温度に温度調節され、フィルタ59で清浄化された純水を純水噴霧ノズル25に供給できる。また、純水供給系91はフィルタリングされた純水の純水吐出ノズル24への流路を開閉する純水吐出弁58も有し、純水吐出弁58を開閉することで純水吐出ノズル24からの純水の吐出、吐出停止を制御することができる。

【0053】窒素供給系93は加圧された窒素ガスを供給する窒素源67と窒素源67から除去液噴霧ノズル12に至る管路を開閉する除去液側窒素弁66と、同じく窒素源67から純水噴霧ノズル25に至る管路を開閉する純水側窒素弁65とを有する。そして、除去液側窒素弁66を開閉することで除去液噴霧ノズル12への窒素ガスの供給、供給停止を制御することができ、純水側窒素弁65を開閉することで純水噴霧ノズル25への窒素ガスの供給、供給停止を制御することができる。

【0054】＜4、制御手段＞図5は基板処理装置1の制御手段69を示す。制御手段69にはスピニングモータ13、第1回転モータ17、第2回転モータ31、除去液ポンプ47、純水ポンプ57、除去液噴霧弁53、純水噴霧弁63、除去液吐出弁56、純水吐出弁58、除去液側窒素弁66、純水側窒素弁65、温調器51、温調器61が接続されており、制御手段69は後述の基板処理方法に記載のとおり、これら接続されているものを制御する。本基板処理装置1では除去液噴霧ノズル12および、純水噴霧ノズル25に気液混合ノズル27を使用している。気液混合ノズル27は直流部37を有するので除去液ミストや純水ミストの拡散が抑制される。このため、除去液ミストや純水ミストが所定の速度までに加速されるとともに、除去液ミストや純水ミストはその速度の減衰が小さい状態で基板Wに到達できる。

【0055】本基板処理装置1では除去液噴霧ノズル1

2 および、純水噴霧ノズル 25 から除去液ミストおよび純水ミストを基板 W の表面に対して 45 度の角度をもって噴射しているが側壁の反応生成物を除去するためには除去液ミストおよび純水ミストの噴射方向と基板 W の表面との角度を 30 度から 60 度の範囲にするのが好ましく、45 度にするのがより好ましい。

【0056】<5、基板処理装置 1 を用いた基板処理方法>図 6 のように基板処理装置 1 を用いた基板処理方法は除去液供給工程 s1 と、除去液振切り工程 s2 と、純水供給工程 s3 と純水振切り工程 s4 とを有する。以下、各工程について図 7 を参照して説明する。なお、図 7 では縦軸に記載の各要素が横軸に記載の時間において、弁にあっては開状態に、その他の要素では動作状態にある場合、網掛けが施されている。

【0057】(1、除去液供給工程 s1) まず、時刻 t0 にいたるまでに制御手段 69 は温調器 51、61 を制御して除去液、純水の温度が所定温度になるようにしている。また、時刻 t0 にいたるまでに制御手段 69 がスピ  
ンモータ 13 を駆動して基板 W を回転させ、時刻 t0 において基板 W は所定の回転数で回転している。そして、時刻 t0 において制御手段 69 が、第 1 回動モータ 17 を回動させる。また時刻 t0 において制御手段 69 は除去液ポンプ 47 を駆動させ除去液吐出弁 58 を開状態にし、除去液吐出ノズル 11 から基板 W に対して除去液を供給させる。これにより、基板 W は比較的多量の除去液の供給を受け、基板 W 上の反応生成物は膨潤を開始する。次に時刻 t0 から第 1 の所定時間経過後、除去液吐出弁 58 を閉じて除去液吐出ノズル 11 からの除去液を供給を停止し、除去液噴霧弁 53 と除去液側室素弁 66 とを開き、除去液噴霧ノズル 12 から除去液ミストを基板 W に噴射する。これにより、音速程度に加速された除去液ミストが、膨潤してふやけつつある反応生成物に叩き付けられる。よって、反応生成物には強力に除去液が打ち込まれて、さらに膨潤が進むとともに、既に膨潤していた反応生成物は基板 W から脱落する。しかも、除去液噴霧ノズル 12 は基板 W に対して 45 度の角度をもって除去液ミストを噴射しているので除去液ミストは基板 W の凹凸の側壁に付着している反応生成物に対して勢いを弱められることが少ない状態で到達する。よって、より、反応生成物の膨潤、基板 W からの脱落が促進される。

【0058】なお、前記第 1 の所定時間は時刻 t0 以降、除去液吐出ノズル 11 から供給される除去液により、基板 W 上の反応生成物が膨潤を開始するまでの時間であり、予め実験で求めている。そして時刻 t1 において制御手段 69 は除去液噴霧ノズル 12 がカップ 3 の上方から退避した状態にて第 1 回動モータ 17 の駆動を停止させる。また、制御手段 69 は除去液噴霧弁 53 および、除去液側室素弁 86 を閉状態にし、除去液ポンプ 47 の駆動も停止して除去液供給部 7 からの除去液の供給

を停止させる。

【0059】(2、除去液振切り工程 s2) 次に時刻 t1 において制御手段 69 は基板 W への除去液の供給を停止させる一方で、引き続きスピ  
ンモータ 13 を回転させ、基板 W を回転させた状態を維持する。これにより、除去液振切り工程 s2 が実行される。この除去液振切り工程 s2 において基板 W は 500 rpm 以上で回転され、好ましくは 1000 rpm から 4000 rpm で回転される。また、回転を維持する時間は少なくとも 1 秒以上、好ましくは 2~5 秒である。このように、基板 W に対する除去液の供給を停止した状態で基板が回転する状態を維持するので基板 W 上の除去液は遠心力によって基板 W 上から振切られる。

【0060】(3、純水供給工程 s3) 時刻 t2 において制御手段 69 が、第 2 回動モータ 31 を回動させる。また時刻 t2 において制御手段 69 は純水ポンプ 57 を駆動し、純水吐出弁 58 を開状態にして純水吐出ノズル 24 から純水を供給させる。これにより、基板 W は比較的多量の純水の供給を受け、基板 W 上で膨潤している反応生成物は洗い流され始める。次に時刻 t2 から第 2 の所定時間経過後、純水吐出弁 58 を閉じて純水吐出ノズル 24 からの純水の供給を停止するとともに、純水噴霧弁 53 と純水側室素弁 65 とを開き、純水噴霧ノズル 25 から純水ミストを基板 W に噴射する。これにより、音速程度に加速された純水ミストが、膨潤してふやけた反応生成物に叩き付けられ、反応生成物は基板 W から脱落する。しかも、純水噴霧ノズル 25 は基板 W に対して 45 度の角度をもって純水ミストを噴射しているので純水ミストは基板 W の凹凸の側壁に付着している反応生成物に対して勢いを弱められることが少ない状態で到達する。よって、より反応生成物の基板 W からの脱落が促進される。なお、前記第 2 の所定時間は、時刻 t2 以降、純水吐出ノズル 24 から供給される純水により、基板 W 上の反応生成物がある程度脱落するまでの時間であり、予め実験で求めている。時刻 t3 において制御手段 69 は純水噴霧ノズル 25 がカップ 3 の上方から退避した状態にて第 2 回動モータ 31 の駆動を停止させる。また、制御手段 69 は純水噴霧弁 53 および、純水側室素弁 65 を閉状態にし、純水ポンプ 57 の駆動も停止して純水供給部 9 からの純水の供給を停止させる。

【0061】(4、純水振切り工程 s4) 時刻 t3 において制御手段 69 は基板 W への純水の供給を停止する一方で、引き続きスピ  
ンモータ 13 を回転させ、基板 W を回転させた状態を維持する。これにより、純水振切り工程 s4 が実行される。以上のようにして基板 W に除去液および純水が供給されることによって反応生成物が除去される。

【0062】本基板処理方法によれば除去液供給工程 s1 開始以降、第 1 の所定時間が経過するまでは除去液吐出ノズル 11 から液状の除去液を連続的に供給している

が、前記第1の所定時間経過後は除去液噴霧ノズル12から除去液ミストを供給しているので、除去液供給工程s1全体において除去液吐出ノズル11のように連続的に液状の除去液を供給するものに比べて除去液の消費量が少なく済む。しかも、除去液噴霧ノズル12からは高速の除去液ミストを基板Wに噴射しているので、基板W上の反応生成物の膨潤、基板Wからの脱落にかかる時間が短くなりスループットが向上する。

【0063】また、純水供給工程s3開始以降、第2の所定時間が経過するまでは純水吐出ノズル24から液状の純水を連続的に供給しているが、前記第2の所定時間経過後は純水噴霧ノズル25から純水ミストを供給しているので、純水供給工程s3全体において純水吐出ノズル24のように連続的に液状の純水を供給するものに比べて純水の消費量が少なく済む。しかも、純水噴霧ノズル25からは高速の純水ミストを基板Wに噴射しているので、反応生成物の基板Wからの脱落にかかる時間が短くなりスループットが向上する。

【0064】なお、本基板処理方法によれば除去液振切り工程s2において、基板W上の除去液が振切られ、基板W上に残存する除去液が僅少または全く無くなる。よって、この状態で純水供給工程s3において基板Wに対して純水を供給すれば純水が接触する除去液の量は僅少または全く無いのでペーハーショックが発生しても基板Wへの影響はほとんど無いが、ペーハーショック自体が生じない。ペーハーショックとは除去液と純水とが接触して強アルカリが生成されることを言い、このような強アルカリが生成されると金属膜に損傷を与えるので可能な限り抑制する必要がある。

【0065】また、本基板処理方法では時刻t0から第1の所定時間が経過するまでは除去液吐出ノズル11から液状の除去液を供給し、第1の所定時間経過後、時刻t1まで除去液噴霧ノズル12から除去液ミストを基板Wに噴射しているが、以下のようにしてもよい。すなわち、時刻t0から時刻t1まで除去液噴霧ノズル12から除去液ミストを供給してもよい。この場合、基板処理装置1には除去液吐出ノズル11を設けなくてもよい。また、時刻t0から所定時間が経過するまでは除去液噴霧ノズル12から除去液ミストを供給し、該所定時間経過後、除去液吐出ノズル11から液状の除去液を供給してもよい。また、本基板処理方法では時刻t2から第2の所定時間が経過するまでは純水吐出ノズル24から液状の純水を供給し、第2の所定時間経過後、時刻t3まで純水噴霧ノズル25から純水ミストを基板Wに噴射しているが、以下のようにしてもよい。すなわち、時刻t2から時刻t3まで純水噴霧ノズル25から純水ミストを供給してもよい。この場合、基板処理装置1には純水吐出ノズル24を設けなくてもよい。また、時刻t2から所定時間が経過するまでは純水噴霧ノズル25から純水ミストを供給し、該所定時間経過後、純水吐出ノズル

24から液状の純水を供給してもよい。

【0066】<6、第2実施形態の基板処理装置>図8、図9に従って基板処理装置100について説明する。なお、図8は図9のVⅠⅠⅠ-VⅠⅠⅠ断面図であるが、便宜上、一部ハッチングを省略している。基板処理装置100は前述の基板処理装置1の構成に加えて、中間リンス液供給部としての溶剤供給部2を有している。そして、基板処理装置100は基板処理装置1と共通部分が多いので、以下、基板処理装置1と共通の部分は図面に同一の参照番号を付し説明を省略する。

【0067】基板処理装置100は溶剤供給部2を有し、該溶剤供給部2は、不図示の機枠に固定され、鉛直方向に配された駆動軸を有する第3回転モータ18と第3回転モータ18の駆動軸に固定された第3回転軸20と、第3回転軸20の頂部に接続された第3アーム22とを有する。第3アーム22の先端には溶剤吐出ノズル40が設けられる。溶剤吐出ノズル40は略鉛直方向に長手方向が配された管状部材であり、一端から有機溶剤が供給されるとともに、他端から基板Wに対して有機溶剤を供給する。また、同じく第3アーム22の先端にはブラケット41（図9では二点鎖線で表示）を介して溶剤噴霧ノズル39が設けられている。溶剤噴霧ノズル39は後述のように溶剤ミストを噴射するが、基板Wの表面に対して45度の傾斜をもって溶剤ミストを噴射するように設置されている。そして、上記、前記溶剤吐出ノズル40および溶剤噴霧ノズル39は、溶剤吐出ノズル40から吐出される有機溶剤と溶剤噴霧ノズル39から噴射される溶剤ミストとが基板W表面において交差するように配置されているとともに、溶剤吐出ノズル40および溶剤噴霧ノズル39が第3回転モータ18によって回転させられたとき溶剤吐出ノズル40から吐出される有機溶剤と溶剤噴霧ノズル39から噴射される溶剤ミストとが図9のように基板Wの回転中心Cを通り、かつ、回転する基板Wの端縁が描く回転円95の円周上の2点で交差する円弧86上を往復移動するように配置されている。前記溶剤噴霧ノズル39には図3の気液混合ノズル27が用いられており、後述の窒素供給系94からガス導入管38に対して加圧された窒素ガスが供給され、溶剤供給系90から処理液導入管29に対して有機溶剤が供給される。これにより、溶剤噴霧ノズル39からは溶剤ミストが噴射される。

【0068】<7、溶剤供給系>図10に溶剤供給系90および、窒素供給系94を示す。溶剤供給系90は装置外の有機溶剤源46から有機溶剤を汲み出す溶剤ポンプ48と、溶剤ポンプ48によって汲み出された有機溶剤を所定温度に加熱または冷却することで有機溶剤の温度を調節する温調器50と、温調器50で温度調節された有機溶剤から汚染物質をフィルタリングするフィルタ52と、フィルタリングされた有機溶剤の有機溶剤噴霧ノズル12への流路を開閉する溶剤噴霧弁54とを有す

る。このような構成によって溶剤供給系 90 は温調器 50 によって所定温度に温度調節され、フィルタ 52 で清浄化された有機溶剤を有機溶剤噴霧ノズル 12 に供給できる。また、溶剤供給系 90 はフィルタリングされた有機溶剤の溶剤吐出ノズル 40 への流路を開閉する溶剤吐出弁 62 も有し、溶剤吐出弁 62 を開閉することで溶剤吐出ノズル 40 からの有機溶剤の吐出、吐出停止を制御することができる。窒素供給系 94 は加圧された窒素ガスを供給する窒素源 68 と窒素源 68 から除去液噴霧ノズル 12 に至る管路を開閉する除去液側窒素弁 66 と、同じく窒素源 68 から純水噴霧ノズル 25 に至る管路を開閉する純水側窒素弁 65 と、溶剤噴霧ノズル 39 に至る管路を開閉する溶剤側窒素弁 71 とを有する。そして、除去液側窒素弁 66 を開閉することで除去液噴霧ノズル 12 への窒素ガスの供給、供給停止を制御することができ、純水側窒素弁 65 を開閉することで純水噴霧ノズル 25 への窒素ガスの供給、供給停止を制御することができ、溶剤側窒素弁 71 を開閉することで溶剤噴霧ノズル 39 への窒素ガスの供給、供給停止を制御することができる。また基板処理装置 100 は不図示の制御手段を有し、その制御手段には基板処理装置 1 の制御手段 69 と同様、スピンモータ 13、第 1 回動モータ 17、第 2 回動モータ 31、除去液ポンプ 47、純水ポンプ 57、除去液噴霧弁 53、純水噴霧弁 83、除去液吐出弁 56、純水吐出弁 58、除去液側窒素弁 66、純水側窒素弁 65、温調器 51、温調器 61 が接続されているとともに、第 3 回動モータ 18、溶剤ポンプ 48、溶剤噴霧弁 54、溶剤吐出弁 62、溶剤側窒素弁 71、温調器 50 がさらに接続されている。

【0069】本基板処理装置 100 では溶剤噴霧ノズル 39 に気液混合ノズル 27 を使用している。気液混合ノズル 27 は直流部 37 を有するので溶剤ミストの拡散が抑制される。このため、溶剤ミストが所定の速度までに加速されるとともに、溶剤ミストはその速度の減衰が小さい状態で基板 W に到達できる。本基板処理装置 100 では溶剤噴霧ノズル 39 から溶剤ミストを基板 W の表面に対して 45 度の角度をもって噴射しているが側壁の反応生成物を除去するためには溶剤ミストの噴射方向と基板 W の表面との角度を 30 度から 60 度の範囲にするのが好ましく、45 度にするのがより好ましい。

【0070】＜8、基板処理装置 100 を用いた基板処理方法＞図 11 に従って、上記基板処理装置 100 を用いた基板処理方法について説明する。基板処理装置 100 を用いた基板処理方法は除去液供給工程 s31 と、除去液振切り工程 s32 と、中間リンス工程としての溶剤供給工程 s33 と純水供給工程 s34 と純水振切り工程 s35 とを有する。この基板処理方法は実質的に、除去液供給工程 s1 と、除去液振切り工程 s2 と、純水供給工程 s3 と純水振切り工程 s4 とを有する基板処理装置 1 を用いた基板処理方法において、除去液振切り工程 s

2 と純水供給工程 s3 との間に溶剤供給工程を加えたものである。よって、前記除去液供給工程 s31 と、除去液振切り工程 s32 と、純水供給工程 s34 と純水振切り工程 s35 とはそれぞれ基板処理装置 1 を用いた基板処理方法における除去液供給工程 s1 と、除去液振切り工程 s2 と、純水供給工程 s3 と純水振切り工程 s4 と同じ内容なので説明を省略する。

【0071】次に図 12 に基づき溶剤供給工程 s33 について説明する。図 12 では縦軸に記載の各要素が横軸に記載の時間において、弁にあっては開状態に、その他の要素では動作状態にある場合、網掛けが施されている。溶剤供給工程 s33 は除去液供給工程 s31 と、除去液振切り工程 s32 とを経てから実行される。除去液振切り工程 s32 では基板 W に対する除去液の供給を停止した状態で基板が回転する状態を維持するので基板 W 上の除去液は遠心力によって基板 W 上から振切られ、基板 W 上に残る除去液は限りなく少なくなっている。

【0072】時刻 t2 において前記不図示の制御手段が、第 3 回動モータ 18 を回動させる。また時刻 t2 において前記不図示の制御手段は溶剤ポンプ 48 を駆動し、溶剤吐出弁 62 を開状態にして溶剤吐出ノズル 40 から有機溶剤を供給させる。これにより、基板 W は比較的多量の有機溶剤の供給を受け、基板 W 上の除去液が洗い流され始める。次に時刻 t2 から第 3 の所定時間経過後、溶剤吐出弁 62 を閉じて溶剤吐出ノズル 40 からの有機溶剤の供給を停止するとともに、溶剤噴霧弁 54 と溶剤側窒素弁 71 とを開き、溶剤噴霧ノズル 39 から溶剤ミストを基板 W に噴射する。これにより、音速程度に加速された溶剤ミストが、膨潤してふやけた反応生成物に叩き付けられ、反応生成物は基板 W から脱落する。しかも、溶剤噴霧ノズル 39 は基板 W に対して 45 度の角度をもって溶剤ミストを噴射しているので溶剤ミストは基板 W の凹凸の側壁に付着している反応生成物に対して勢いを弱められることが少ない状態で到達する。よって、より反応生成物の基板 W からの脱落が促進される。このため、処理に要する時間が短くなる。なお、前記第 3 の所定時間は、時刻 t2 以降、溶剤吐出ノズル 40 から供給される有機溶剤により、基板 W 上の除去液がある程度洗い流されるまでの時間であり、予め実験で求めている。時刻 t3 において前記不図示の制御手段は溶剤噴霧ノズル 39 がカップ 3 の上方から退避した状態にて第 3 回動モータ 18 の駆動を停止させる。また、不図示の制御手段は溶剤噴霧弁 54 および、溶剤側窒素弁 71 を閉状態にし、溶剤ポンプ 48 の駆動も停止して溶剤噴霧ノズル 39 からの有機溶剤の供給を停止させる。

【0073】このように溶剤供給工程 s33 では有機溶剤を基板 W に供給することによって、基板 W から除去液を洗い流してしまう。このため、後続する純水供給工程 s34 にて基板 W に純水が供給されたとき、純水に接触する除去液はまったく無くなるのでペーハーショックの



発生を防止することができる。このため、基板W上の薄膜に対するダメージの発生を防止することができる。また、本基板処理方法では除去液振切り工程s 32において基板Wから除去液を振切っているこの時点で基板Wに残存する除去液は僅かである。このため、溶剤供給工程s 33において有機溶剤によって除去液を洗い流すのに必要な時間を短縮することができる。このためスループットが向上する。また、同じく、基板Wに残存する除去液は僅かであるため、溶剤供給工程s 33において必要となる有機溶剤の量を低減することができるのでコストを削減することもできる。なお、本基板処理方法では溶剤供給工程s 33の直後に純水供給工程s 34を実行しているが、溶剤供給工程s 33と純水供給工程s 34との間に基板W上の溶剤を振切る溶剤振切り工程を設けてもよい。

【0074】また、本基板処理方法では除去液供給工程s 31開始から純水振切り工程s 35終了まで基板Wの回転を停止させていないが、除去液供給工程s 31との間、除去液振切り工程s 32と溶剤供給工程s 33との間、溶剤供給工程s 33と純水供給工程s 34との間、純水供給工程s 34と純水振切り工程s 35との間の何れかで一旦基板Wの回転を停止させてもよい。また、本基板処理方法では時刻t 0から第1の所定時間が経過するまでは除去液吐出ノズル11から液状の除去液を供給し、第1の所定時間経過後、時刻t 1まで除去液噴霧ノズル12から除去液ミストを基板Wに噴射しているが、以下のようにしてもよい。すなわち、時刻t 0から時刻t 1まで除去液噴霧ノズル12から除去液ミストを供給してもよい。この場合、基板処理装置100には除去液吐出ノズル11を設けなくてもよい。また、時刻t 0から所定時間が経過するまでは除去液噴霧ノズル12から除去液ミストを供給し、該所定時間経過後、時刻t 1まで除去液吐出ノズル11から液状の除去液を供給してもよい。また、本基板処理方法では時刻t 2から第3の所定時間が経過するまでは溶剤吐出ノズル40から液状の有機溶剤を供給し、第3の所定時間経過後、時刻t 3まで溶剤噴霧ノズル39から溶剤ミストを基板Wに噴射しているが、以下のようにしてもよい。すなわち、時刻t 2から時刻t 3まで溶剤噴霧ノズル39から溶剤ミストを供給してもよい。この場合、基板処理装置100には溶剤吐出ノズル40を設けなくてもよい。また、時刻t 2から所定時間が経過するまでは溶剤噴霧ノズル39から溶剤ミストを供給し、該所定時間経過後、時刻t 3まで溶剤吐出ノズル40から液状の有機溶剤を供給してもよい。また、本基板処理方法では時刻t 3から第2の所定時間が経過するまでは純水吐出ノズル24から液状の純水を供給し、第2の所定時間経過後、時刻t 4まで純水噴霧ノズル25から純水ミストを基板Wに噴射しているが、以下のようにしてもよい。すなわち、時刻t 3から時刻t 4まで純水噴霧ノズル25から純水ミストを供

給してもよい。この場合、基板処理装置100には純水吐出ノズル24を設けなくてもよい。また、時刻t 3から所定時間が経過するまでは純水噴霧ノズル25から純水ミストを供給し、該所定時間経過後、t 4まで純水吐出ノズル24から液状の純水を供給してもよい。また、本実施形態では除去液供給工程s 31と、除去液振切り工程s 32と、溶剤供給工程s 33と純水供給工程s 34と純水振切り工程s 35という一連の工程を一度のみ行っているが、この一連の工程を複数回繰り返してもよい。

【0075】<9、第3実施形態の基板処理装置および第2実施形態の気液混合ノズル>

【0076】図13は、第3実施形態に係る基板処理装置の概略構成を示すブロック図であり、図14はその平面図である。

【0077】図中、符号301は円板状のスピンドルである。このスピンドル301に6個の支持ピン301aが立設されている。図13に示すように、スピンドル301は、その底面に連結された回転軸303を介して電動モータ305で回転されるようになっている。この回転駆動により、支持ピン301aで周縁部を当接支持された基板Wが回転中心C周りに水平面内で回転される。スピンドル301の周囲には、2流体式の気液混合ノズル307から吐出された処理液Mが飛散するのを防止するための飛散防止カップ309が配備されている。この飛散防止カップ309は、未処理の基板Wをスピンドル301に載置したり、図示していない搬送手段が処理済の基板Wをスピンドル301から受け取る際に図中に矢印で示すようにスピンドル301に対して昇降するように構成されている。

【0078】次に気液混合ノズル307および気液混合ノズルの駆動、制御、気体供給、液体供給について説明する。本実施形態の基板処理装置では除去液用、中間リンス用、純水用の3つの気液混合ノズル307を有するがここでは純水用の気液混合ノズル307を例にとり説明する。従って、便宜上、図13、図14においては純水用気液混合ノズル307のみを図示し、除去液用、中間リンス用の気液混合ノズル307の図示は省略する。

【0079】気液混合ノズル307は、図13に示すように、胴部307bに支持アーム308の先端が接続されて吐出面307aが基板Wの表面に向かう姿勢で支持されている。一方、支持アーム308の基端部は、昇降・移動機構311に接続されている。この昇降・移動機構311によって、図14に示すように、基板W面内の処理液の供給開始位置Kから回転中心Cを通して供給終了位置Fに向かうように構成されている。さらに、支持アーム308には、回転モータ311aの回転軸11bに連結されている。回転モータ311aの回転中心Pbの周りに気液混合ノズル307を基板W上で揺動させるためのものである。

【0080】また、気液混合ノズル307は、その胴部307bに気体として圧縮空気を導入する配管315aと、純水を導入する配管315bとが連通接続された二流体ノズルを構成している。配管315aは、その上手で本発明の気体供給手段に相当する圧縮空気供給部321に接続されている。配管315aには、流通する空気の圧力をコントローラ320から入力された制御信号に対応する圧力に調整する電空レギュレータ317aと、空気の圧力を検出する圧力センサ318aと、流量を検出する流量センサ319aとがそれぞれ備えられている。

【0081】また、配管315bには、流通する純水の圧力をコントローラ320から入力された制御信号に対応する圧力に調整する電空レギュレータ317bと、空気の圧力を検出する圧力センサ318bと、流量を検出する流量センサ319bとがそれぞれ備えられている。なお、使用される処理液はここでは純水であるが、除去液用気液混合ノズルの場合は処理液として除去液を、中間リンス液用気液混合ノズルの場合は中間リンス液を用いる。

【0082】電空レギュレータ317a、317bのそれぞれには、コントローラ320から制御信号が入力され、この制御信号に応じて配管315a、315bを流通する各気体と純水の圧力がそれぞれ調整されている。一方、圧力センサ318a、318b流量センサ319a、319bのそれぞれから逐次検出された検出結果がコントローラ320にフィードバックされる。

【0083】コントローラ320には、電動モータ305と、昇降・移動機構311と、電空レギュレータ317a、317bと、圧力センサ318a、318bと、流量センサ319a、319bのそれぞれが接続されている。そして、基板Wに応じた処理条件が、処理プログラム（レシピと呼ばれる）として予めコントローラ320に格納されており、各基板Wごとの処理プログラムに準じて前記各部が制御されている。このコントローラ320が本発明の制御手段に相当する。

【0084】なお、コントローラ320には、さらに処理プログラムの作成・変更や、複数の処理プログラムの中から所望のものを選択するために用いる指示部330が接続されている。さて、次に、本実施形態の特徴的な構成を備えている気液混合ノズル307の内部構造について、図を用いて、詳しく説明する。図15は、気液混合ノズル307の構成を簡略的に示す装置側方から見た断面図である。

【0085】なお、胴部307bは上述の支持アーム308の一方端にボルト等によって固定されて

【0086】おり、胴部307b内を気体吐出口391を有する気体吐出ノズル380と、液体吐出口381を有する液体吐出ノズル382が挿通して配置される。気体吐出ノズル380と液体吐出ノズル382は、支持ア

ーム308の内部を通る配管315a、315bを介して、上述の圧縮空気供給部321と純水供給部325に接続されている。気体吐出ノズル380は、その気体吐出口391が基板Wの表面に対向するように配置され、気体吐出口391を通る中心軸線P1は基板Wの表面に垂直に交わる。一方、液体吐出ノズル382は、気体吐出ノズル380の近傍で斜めに傾斜して配置され、その液体吐出口381を通る中心軸線P2が、基板Wの表面に対して斜めに交わる。そして、中心軸線P1、P2が交わる交点Gが、液体と気体との混合領域である衝突部位Gとなる。

【0087】そして、気液混合ノズル307の胴部307bは、円柱状で、その吐出面307aの外周端縁が下方に突出した傘部307cを形成する。その傘部307cの上面部307dには、気体吐出口391が配置されるように気体吐出ノズル380は配置され、傘部307cの途中に液体吐出口381が配置されるように液体吐出ノズル382は配置される。尚、胴部307bはフッ素樹脂で一体的に形成されている。

【0088】この気液混合ノズル307にて処理液ミストを生成する場合、衝突部位Gにおける中心軸線P1、P2の入射角度 $\alpha$ は、各流体の流量や流速により若干異なるが、0度以上で110度以下の範囲が好ましい。ここで各入射角度 $\alpha$ が0度であれば、空気と純水の吐出は平行状態となるが、一方の噴流中に他方と吐出することで液滴が生成できる。その態様に関しては、後述する。しかしながら、入射角度 $\alpha$ が、110度より大きければ純水と空気との衝突が正面衝突に近くなり、液滴が一方方向ではなく四方に飛び散るのが確認された。即ち、基板Wの表面を洗浄するに基板Wの表面に向かう液滴が減少し、良好な洗浄が行えない。そこで、入射角度 $\alpha$ を0度以上で110度以下の範囲とすることで、霧状の処理液を一方方向に向かわすことができる。

【0089】さらに、液体吐出口381から衝突部位Gまでの距離 $\beta$ は、液体の水噴流の圧力が減衰して流れが崩壊しない距離として、0mmよりも大きく20mm以下に設けることがよい。

【0090】また、衝突部位Gは気液混合ノズル307の吐出面307aと同位置もしくは少し基板Wの表面側に位置する。こうすることで、衝突部位Gにおいて傘部307cにより外的影響を防止した状態で、純水と空気の混合を行うことができる。さらに、上面部307dに近接しないことにより傘部307c内面に対する霧状の液滴が付着し滴り落ちることを防止することができる。そして、衝突部位Gと基板Wの表面との間隔は、所望する洗浄能力に従う間隔であればよく、通常100mm以下、好ましくは3～30mm程度に設定される。

【0091】以上の構成により、電空レギュレータ317a、317bがコントローラ320の信号により開成されて気体吐出口391と液体吐出口381から空気と純



水が供給されると、噴射する空気の噴流中に純水が混入し噴流構造を崩壊させることにより液滴化が促進される。そして、この霧状の処理液ミストにより基板Wの表面が洗浄される。

【0092】次に、以上の構成を有する基板処理装置による処理動作について説明する。

【0093】ここでは純水ミストを基板に供給する場合を例にとり説明する。例えば、除去液供給工程、除去液振切り工程、純水供給工程、純水振切り工程の内の純水供給工程である。すなわち、図6の基板処理方法を実行する場合の純水供給工程s3である。よって、除去液振切り工程s2に引き続き以下が実行される。なお、除去液供給工程、除去液振切り工程、溶剤供給工程、純水供給工程、純水振切り工程の内の純水供給工程であっても同様である。すなわち、図11の基板処理方法を実行する場合の純水供給工程s34である。よって、この場合は溶剤供給工程s33に引き続き以下が実行される。

【0094】基板Wを一定速度で回転させつつ、気液混合ノズル307は、図14に示すように、処理液の供給開始位置Kから回転中心Cを通り、供給終了位置Fまで移動する。

【0095】このとき、コントローラ320から各電空レギュレータ317a、317bに制御信号が送られ、衝突部位Gで液滴化するように空気と純水の圧力が適切に調整される。また、同時に、各圧力センサ318a、318bと流量センサ319a、319bから検出された結果が、逐次コントローラ320にフィードバックされる。つまり、圧縮空気供給部321から供給された空気が配管315aから搬送され、同時に純水供給部25から純水が配管315bから搬送される。

【0096】この時、気液混合ノズル307の気体吐出口391から空気が吐出開始され、所定時間経過後に液体吐出口381から純水が供給される。こうすることで、衝突部位Gに供給された純水は液滴化されると同時に、供給された空気と混合される。その結果、純水は吐出された当初から空気と衝突して霧状となり、液流のまま基板Wの表面に衝突される無駄を省くことができる。この液滴は純水ミストとしてそのまま基板Wに向けて直接供給される。

【0097】ここで、霧状の処理液の噴出速度は、互いに独立した状態を維持される純水と空気の流量や流速を調整することで設定することができる。この制御は互いに空気と純水が干渉することがないので、液体または気体の流量や流速を所望に制御することで、所望の液滴が得られる。そして、基板面の微細な汚染物質を十分に除去することができる。

【0098】次に、気液混合ノズル307が供給終了位置Fに到達すると、コントローラ320からの制御信号が電空レギュレータ317a、317bに送られて各供給物の供給が停止され、気液混合ノズル307は待機位

置313に移送される。この洗浄停止の際に気液混合ノズル307は、純水の吐出を停止させた後に、空気の吐出が停止される。その結果、霧状の処理液による基板Wの表面の洗浄後に、液流が基板Wの表面に衝突される無駄を省くことができる。

【0099】そして、基板Wを高速回転させて基板W面に付着している処理液を飛散し、純水振切り工程s4または純水振切り工程s35を実行する。最後に、図示しない基板搬送ロボットのハンドによって基板Wがスピンドル301から搬出されて、1枚の基板Wに対するこの基板処理装置での洗浄処理が終了する。

【0100】以上、本発明によれば、気体と液体が空中にて霧状となった処理液にて基板面が処理される。その際、霧状の処理液は、気体吐出手段と液体吐出手段より吐出された後に生成される。このため、液体と気体の流量や流速は、互いに独立した状態を維持される。そして、吐出された液体と気体は空中で混合し、その結果、霧状となる。よって、霧状の処理液が生成される時に、互いの流れが干渉することなく、所望の液滴流を得ることができる。したがって、基板面の微細な汚染物質を十分に除去し、基板表面の洗浄力を向上させることができる。

【0101】なお、上記の実施例においては気液混合ノズル307の気体吐出口391を通る中心軸線P1が基板Wの表面に略垂直に向くように配置しているが、斜めに向くように配置してもよい。

【0102】＜10、第3実施形態の気液混合ノズル＞

【0103】図16は、気液混合ノズルの他の構成を簡略的に示す装置側方から見た断面図である。なお、第3実施形態と同様の構成に関しては、同符号を付与し説明を省略する。気液混合ノズル371においては、胴部371bの内部に気体吐出口391を有する気体吐出ノズル380が挿通される。そして、気液混合ノズル371の傘部371cの上面部371dには、気体吐出口391が配置される。傘部371cの下端に液体吐出ノズル392が配置される。

【0104】液体吐出ノズル392は、吐出面371aに水平に配置され、その先端が気体吐出口101の下方で、空気の噴流中に延在して配置される。そして、先端部は下方へ曲折され、液体吐出口393が基板Wの表面に対向するように配置される。さらに、気体吐出口391を通る中心軸線P1が基板Wの表面に垂直に交わるとともに、液体吐出口393を通る中心軸線とも一致してなる。そして、液体吐出口393の吐出方向直近において、吐出された純水はその周囲の空気の噴流によりすみやかに液滴化されるため、図中G1が液体と気体との混合領域である衝突部位となる。すなわち、この第2実施例では中心軸線P1と液体吐出口393を通る中心軸線との入射角度が0度として配置構成されている。

【0105】以上、この実施形態によれば、空気の噴流

中で純水を吐出することで、すみやかに液滴が生成される。また、噴流中で液滴が生成されるので、液滴の飛び散りが少なく、洗浄効果が良好となる。なお、本実施形態の気液混合ノズルは一方の噴流中に他方を吐出すればよく、液体吐出口 393 と気体吐出口 391 のそれぞれの中心軸線は必ずしも一致しなくともよい。すなわち、一方の噴流中にて他方を吐出できるのであれば、噴流中の吐出口を多少傾斜させてもよい。

【0106】(1) なお、本実施形態では、配管 315a から空気を供給し、配管 315b から純水を供給して

いるが、配管 315a から純水を供給し、配管 315b から空気を供給するようにしてもよい。

【0107】(2) さらに、本実施形態においては、配管 315a から供給される気体が空気のみであるが、空気と洗浄度合いに寄与する気体の混合気体や、単に洗浄度合いに寄与する気体、例えば、オゾンガス、二酸化炭素、水素のみを供給するようにしてもよい。また、不活性ガスとして窒素、アルゴンを供給してもよい。

【0108】(3) 本実施形態では、処理液を供給する基板W面内を気液混合ノズル 307 が一方向に 1 回しか揺動していないが、基板W面内を複数回揺動するようにしてもよい。

【0109】(4) 本実施形態では、スピンチャック 301 は、基板Wの周縁部をその下方および端面でピン保持しつつを回転させるピン保持式のスピンチャックとしていたが、基板Wの下面を吸着して保持するチャック 15 としてもよい。

【0110】(5) あるいは、スピンチャック 301 は、基板Wの周縁部の端面に当接しつつ基板Wの回転中心Cに平行な軸を中心に回転する少なくとも 3 つのローラピンのようなものであってもよい。このローラピンを用いたスピンチャックは、特に、基板Wの両面を洗浄する場合に有効であり、気液混合ノズル 307 を基板Wを挟む位置に配置すれば、基板両面の全域を良好に洗浄できる。

【0111】以上説明したように、第2実施形態の気液混合ノズル 307、第3実施形態の気液混合ノズル 371 によれば、気体と液体を気液混合ノズルの外部である空中にて混合させることにより、互いの流れが干渉することなく、所望の液滴流を得ることができる。したがって、所望の液滴が得られるので、基板面の微細な汚染物質を十分に除去し、基板表面の洗浄度を向上させることができる。

【0112】すなわち、例えば気液混合ノズル 27 はその内部で気体と液体を混合しているため、気体および液体を夫々独立に流量を変化として一方の流量を変化させた場合、互いの圧力が干渉し、他方の流量も変化してしまうという問題がある。よって、洗浄力を上げるため、気体流量を増加させると、気体の圧力が高まるので、供給される液体の流量が抑えられてしまう。その結果、気

液混合ノズル 27 のノズル先端開口から噴出される液滴は液体流量が抑えられることにより、予定していた洗浄力と異なる結果になる問題があったがこれを解決することができる。

【0113】また、さらに、気液混合ノズル 27 のように内部でガスと処理液とを混合させる場合に比較して、ゴミ等の発塵を防止することができる。すなわち、気液混合ノズル 27 はその内部で気体と液体を混合しているため、混合室内壁面の凹凸を削ることで発塵を伴った。この発塵は、混合時に、混合室内に付着した液体が乾燥した付着物を削り取ることで発生する場合もあるが、これらを防止できる。

【0114】<11、まとめ>以上の基板処理装置の保持回転部は基板を水平に保持して回転させているが、基板の主面を水平面に対して傾斜させて、または基板の主面を鉛直方向に沿わせて保持回転する保持回転部としてもよい。また、以上の基板処理装置の保持回転部は唯 1 枚の基板を保持しているが、複数の基板を保持する保持回転部としてもよい。また、基板処理装置 1 では除去液噴霧ノズル 12、純水噴霧ノズル 25、溶剤噴霧ノズル 39 に対して窒素ガスを供給する窒素供給系 93、94 を有しているが、窒素供給系 93、94 の窒素源 67、68 の代わりに加圧された空気を供給する圧空源を設けて窒素供給系 93、94 に代えて圧空供給系を設けてもよい。この場合は加圧された空気により処理液ミストが作られる。また、以上の基板処理装置において、処理液と混合されるガスとして不活性ガス（例えば窒素ガス、アルゴン）を使用した場合、具体的には基板処理装置 1、100 では除去液噴霧ノズル 12、純水噴霧ノズル 25、溶剤噴霧ノズル 39 に対して窒素ガスを供給するので金属膜を有する基板に処理液ミストを供給した場合、前記金属膜の酸化を防止でき基板の処理品質悪化を抑制できる。前記金属膜としてはアルミニウムが挙げられる。また、特に銅 (Cu) は酸化しやすいので銅の膜を有する基板に対して効果が大きい。

【0115】また基板処理装置 1 では除去液供給部 7、純水供給部 9 の両方に気液混合ノズル 27 を適用しているが、何れか一方に適用してもよい。また、基板処理装置 100 では除去液供給部 7、純水供給部 9、溶剤供給部 2 の 3 つすべてに気液混合ノズル 27 を適用しているが、何れか 1 つまたは 2 つに適用してもよい。以上の実施形態の基板処理ではドライエッチングを経て表面にポリマーが生成された基板を対象としているが、該ドライエッチングを経てさらにアッシングを経た基板を対象とした場合に特に効果がある。アッシングは例えば酸素プラズマ中にレジスト膜を有する基板を配して行われるが、アッシングを経ると、より多くのポリマーが生成される。このため、ドライエッチングとアッシングとを経た基板からポリマーを除去する処理を行う場合、本願発

トを削減できる。また、基板W上に反応生成物が凸状に堆積している場合には処理液ミストを基板Wに対して傾斜した方向から噴射すれば、該凸状に堆積している反応生成物は高速で飛来してくる処理液のミストによりへし折られる。このため、反応生成物の除去処理を速く済ませることができる。

【0116】なお、上記実施形態では基板Wを回転させながら、少なくとも基板Wの回転中心Cに処理液を供給しているが、本発明は回転する基板Wに処理液を供給することに限られない。例えば、間欠的に回転または回転している基板Wの回転中心Cに処理液を供給してもよい。また、静止した状態の基板Wの中央に処理液を供給した後、基板Wを回転または回転させてもよい。この場合の回転または回転は連続的でも間欠的でもよい。

【0117】また、チャック15は基板Wの裏面のみと接触して基板Wを保持しているため、基板Wの表面全体、特に基板Wの表面の周辺部分にもまんべんなく液体が供給されるので処理における基板Wの面内均一性が確保できる。

【0118】また、同じくチャック15は基板Wの裏面のみと接触して基板Wを保持しているため、基板Wの周部分に接触するものは何も無い。よって、基板Wから液体を振り切るとき、液が基板Wから円滑に排出される。

【0119】なお、上記実施形態ではドライエッチング工程を経た基板に対して、ドライエッチング時に生成されたポリマーを除去することを開示したが、本発明はドライエッチング時に生成されたポリマーが存在する基板から前記ポリマーを除去することに限定されるものではない。例えば、先にも言及したが、本発明はプラズマアッシングの際に生成されたポリマーを基板から除去する場合も含む。よって、本発明は、必ずしもドライエッチングとは限らない各種処理において、レジストに起因して生成されたポリマーを基板から除去する場合も含む。また、本発明は、ドライエッチングや、プラズマアッシングによる処理で生成されるポリマーだけを除去することに限定されるものではなく、レジストに由来する各種反応生成物を基板から除去する場合も含む。

【0120】また、本発明ではレジストに由来する反応生成物を基板から除去することに限らず、レジストそのものを基板から除去する場合も含む。例えば、レジストが塗布され、該レジストに配線パターン等の模様が露光され、該レジストが現像され、該レジストの下層に対して下層処理（例えば下層としての薄膜に対するエッチング処理）が施された基板を対象とし、下層処理が終了して、不要になったレジスト膜を除去する場合も含まれる。なお、この場合、不要になったレジスト膜を除去すると同時に、レジスト膜が変質して生じた反応生成物があればこれも同時に除去できるので、スルーブットが向上するとともに、コストを削減できる。例えば、上記下層処理において、下層である薄膜に対してドライエ

チングを施した場合は反応生成物も生成される。よって、ドライエッチング時に下層をマスクすることに供されたレジスト膜そのもの、および、レジスト膜が変質して生じた反応生成物も同時に除去できる。

【0121】また、本発明はレジストに由来する反応生成物やレジストそのものを基板から除去することに限らず、レジストに由来しない有機物、例えば人体から発塵した微細な汚染物質などを基板から除去することも含む。

【0122】また、上記実施形態の基板処理装置では純水供給部が設けられているがこれをリンス液供給部としてもよい。この場合は純水源の代わりにリンス液源を設け、リンス液源のリンス液を基板に供給する。ここでのリンス液は常温（摂氏20度～28度程度）、常圧（約1気圧）で放置すれば水になる液体である。例えば、オゾン水を純水に溶解したオゾン水、水素を純水に溶解した水素水、二酸化炭素を純水に溶解した炭酸水である。特に、純水の代わりにリンス液として、オゾン水を使用すれば有機物、レジストが変質して生じた反応生成物、ポリマーをより完全に除去できる。よって、この場合は有機物、レジストが変質して生じた反応生成物、ドライエッチによって生じたポリマーを基板から除去する処理の処理品質を向上させるという課題を解決できる。

【0123】また上記実施形態の基板処理方法では純水供給工程において、基板に純水を供給し、純水振切り工程で基板から純水を振切っているが、純水供給工程をリンス液供給工程とし、純水振切り工程をリンス液振切り工程としてもよい。この場合はリンス液供給工程で前記リンス液を基板に供給し、リンス液振切り工程で基板から前記リンス液を振切る。従って、上記実施形態において、除去液振切り工程または中間リンス工程に続いてリンス液供給工程、リンス液振切り工程を行ってもよい。

【0124】なお、リンス液供給工程で使用するリンス液がオゾン水であるときは、有機物、レジストが変質して生じた反応生成物、ドライエッチによって生じたポリマーをより完全に除去できる。よって、この場合は有機物、レジストが変質して生じた反応生成物、ドライエッチによって生じたポリマーを基板から除去する処理の処理品質を向上させるという課題を解決できる。

【0125】

【発明の効果】本発明の基板処理装置によれば、気液混合ノズルを有するので基板に対して高

【0126】速のミストを供給できる。このため、基板から反応生成物を良好に除去でき、処

【0127】理の品質向上を達成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】基板処理装置1の側面図である。

【図2】基板処理装置1の上面図である。

【図3】気液混合ノズル27の断面図である。

【図4】除去液供給系89、純水供給系91、窒素供給

系 93 を示す図である。

【図 5】基板処理装置 1 のハード構成を示す図である。

【図 6】基板処理装置 1 を用いた基板処理方法のフロー図である。

【図 7】基板処理装置 1 を用いた基板処理方法の詳細なフロー図である。

【図 8】基板処理装置 100 の側面図である。

【図 9】基板処理装置 100 の上面図である。

【図 10】溶剤供給系 90、窒素供給系 94 を示す図である。

【図 11】基板処理装置 100 を用いた基板処理方法のフロー図である。

【図 12】基板処理装置 100 を用いた基板処理方法の詳細なフロー図である。

【図 13】第 3 実施形態に係る基板処理装置の概略構成を示すブロック図である。

【図 14】第 3 実施形態に係る基板処理装置の平面図である。

【図 15】気液混合ノズル 307 の構成を簡略的に示す装置側方から見た断面図である。

【図 16】気液混合ノズル 371 の構成を簡略的に示す装置側方から見た断面図である。

【図 17】従来技術を説明する図である。

【符号の説明】

- 1 基板処理装置
- 2 溶剤供給部
- 5 保持回転部
- 7 除去液供給部
- 9 純水供給部
- 12 除去液噴霧ノズル
- 25 純水噴霧ノズル
- 27 気液混合ノズル
- 30 混合部
- 32 テーパ部
- 34 テーパ状流路
- 36 直流路
- 37 直流部
- 38 ガス導入管
- 39 溶剤噴霧ノズル
- 42 混合室

93、94 窒素供給系

100 基板処理装置

301 スピンチャック

303 回転軸

305 電動モータ

307 洗浄ノズル

308 支持アーム

309 飛散防止カップ

311 昇降・移動機構

10 313 待機位置

320 コントローラ

321 圧縮空気供給部

325 純水供給部

330 指示部

371 洗浄ノズル

380 気体吐出ノズル

381 液体吐出口

382 液体吐出ノズル

391 気体吐出口

20 392 液体吐出ノズル

393 液体吐出口

301a 支持ピン

307a 吐出面

307b 胴部

307c 傘部

307d 上面部

311a 回転モータ

311b 回転軸

315a 配管

30 315b 配管

317a 電空レギュレータ

318a 圧力センサ

318b 圧力センサ

319a 流量センサ

319b 流量センサ

371a 吐出面

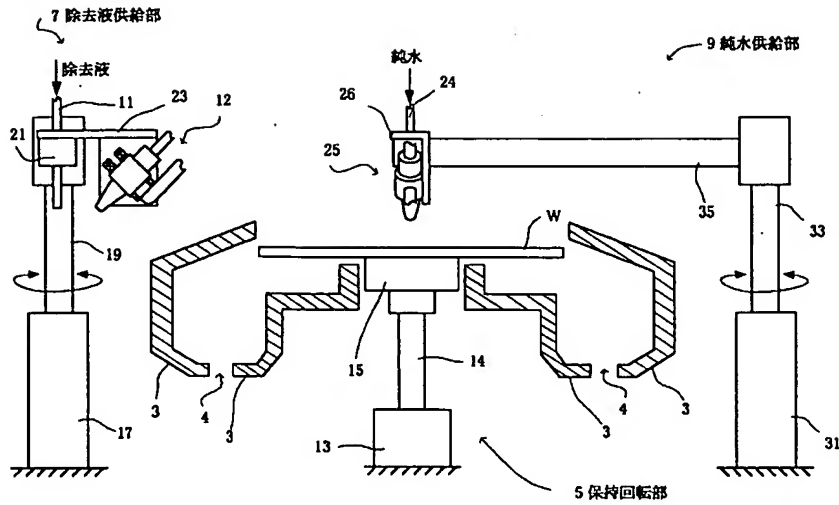
371b 胴部

371c 傘部

371d 上面部

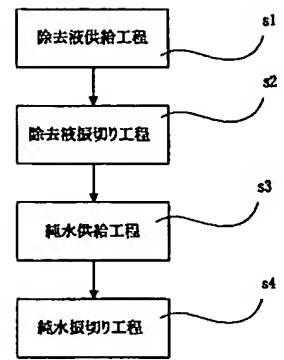
40 M 処理液

【図1】

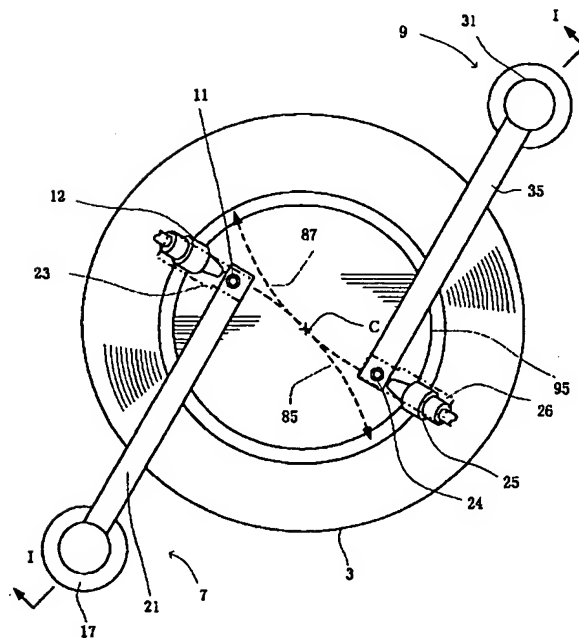


1 基板処理装置

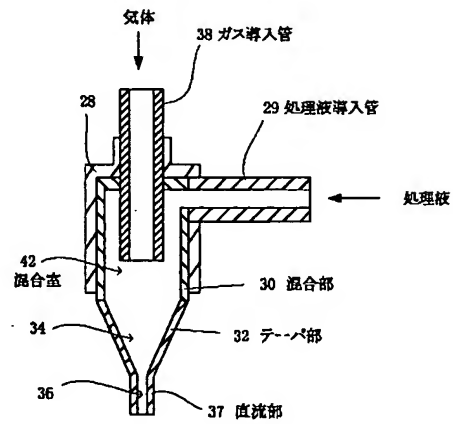
【図6】



【図2】

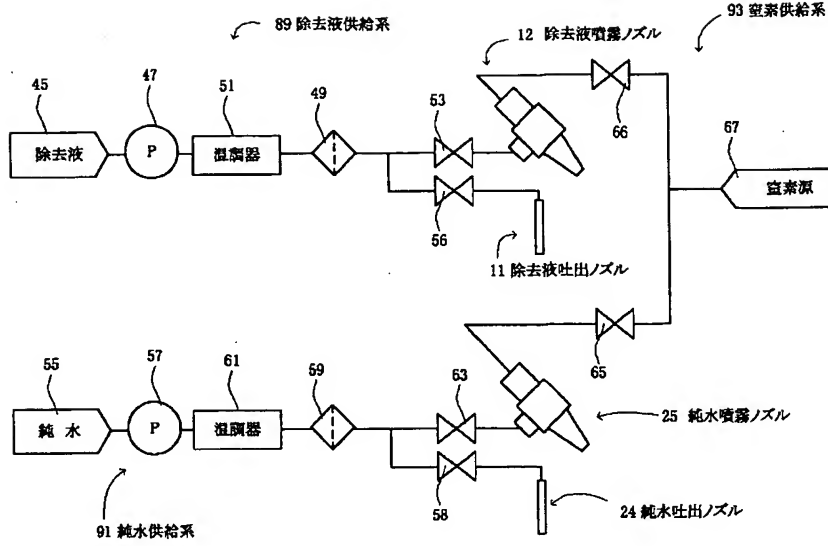


【図3】

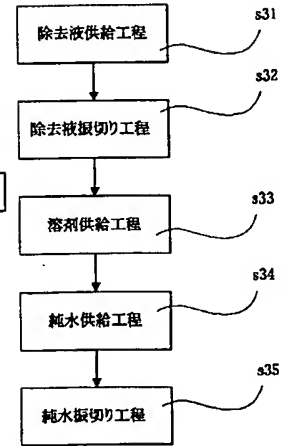


27 気液混合ノズル

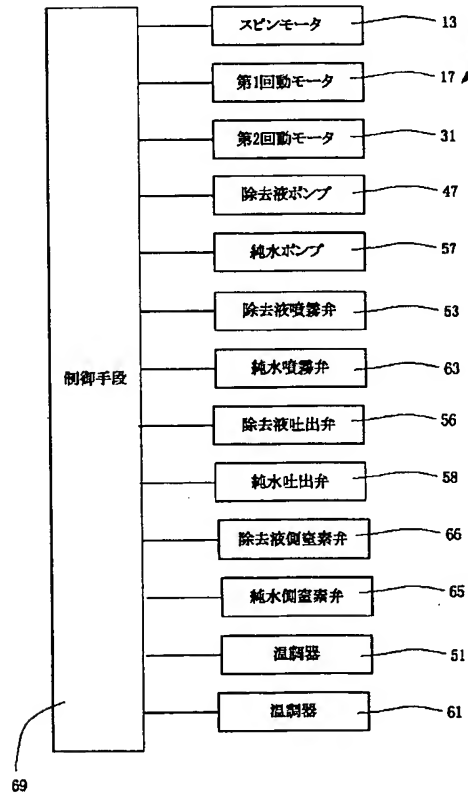
【図 4】



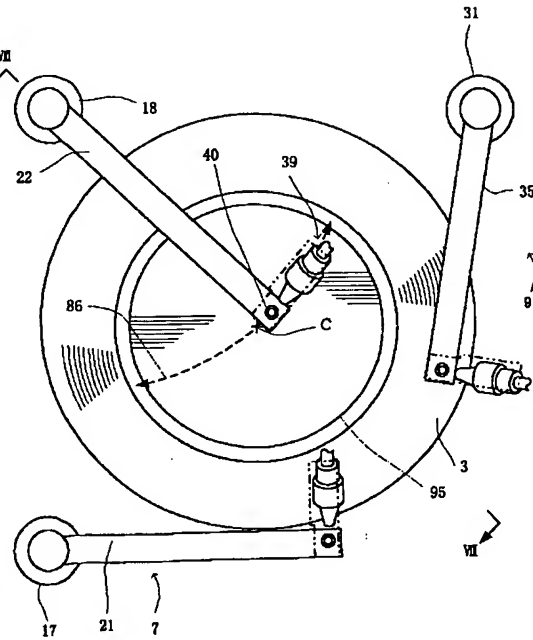
【図 11】



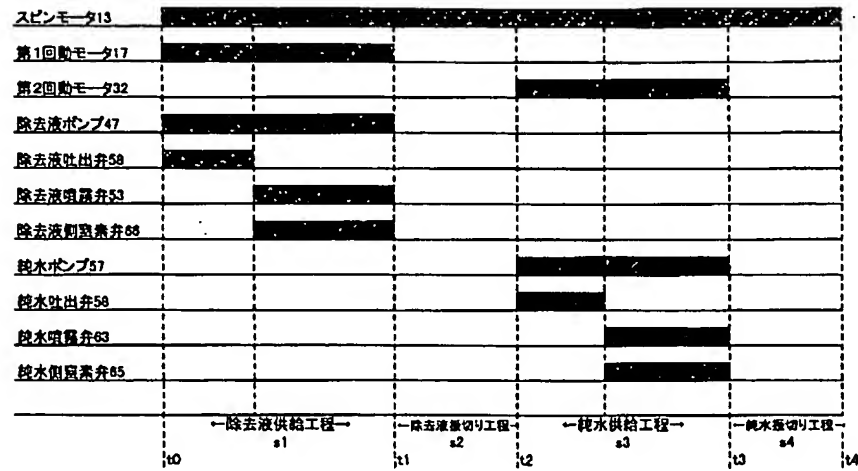
【図 5】



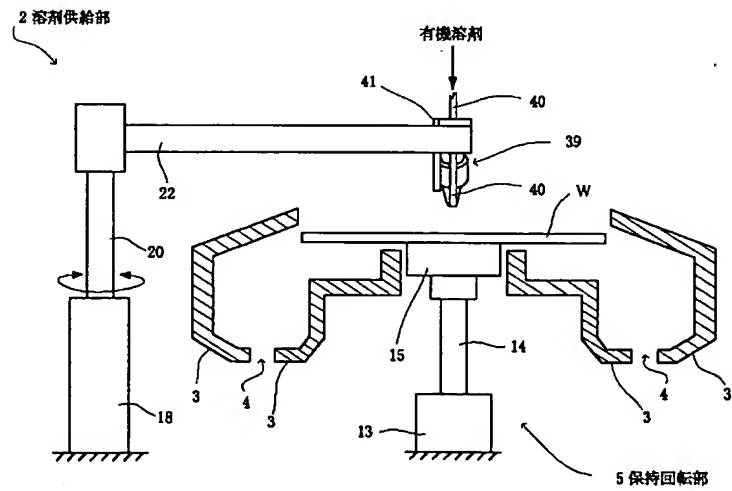
【図 9】



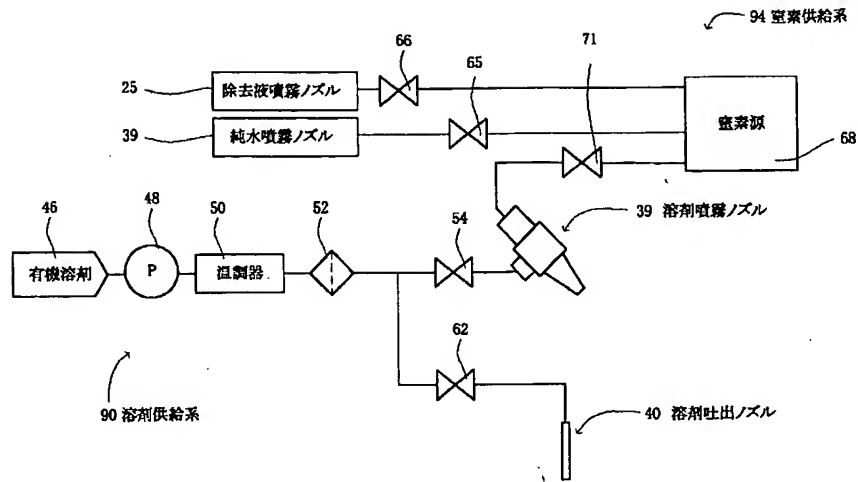
【図7】



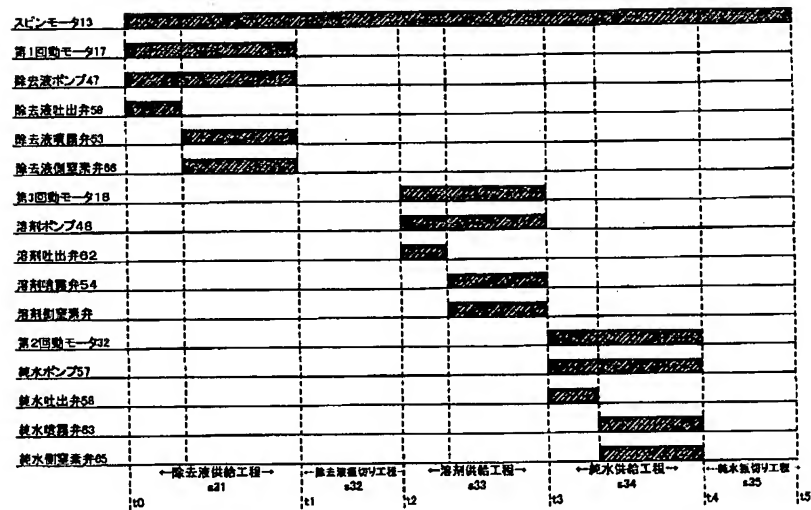
【図8】



【図10】

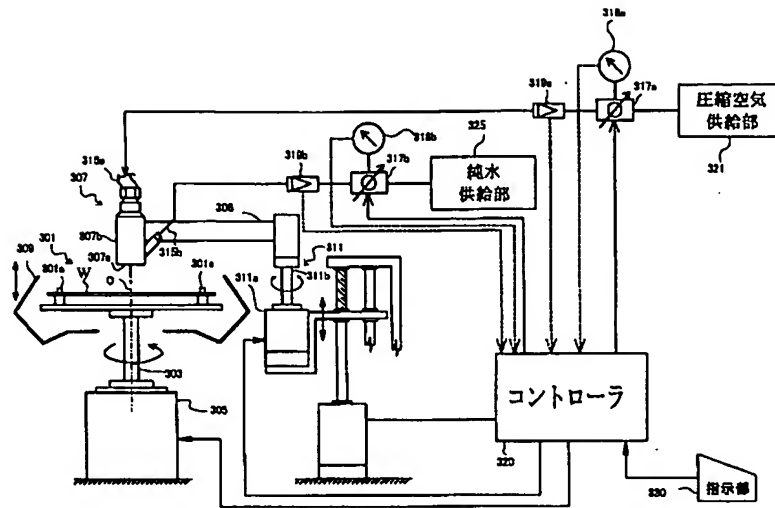


【図12】

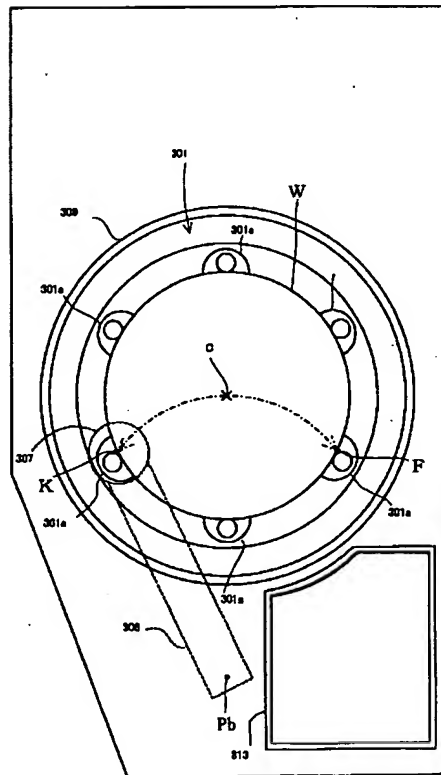




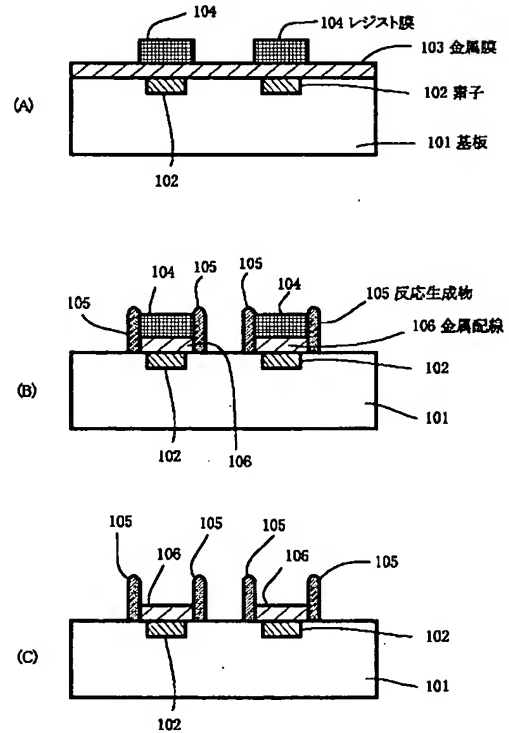
【図13】



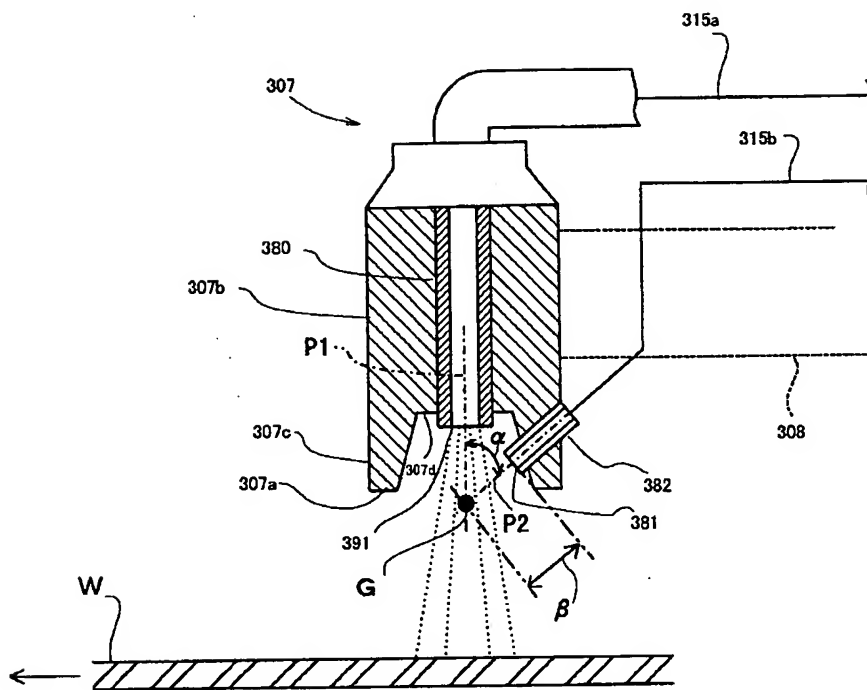
【図14】



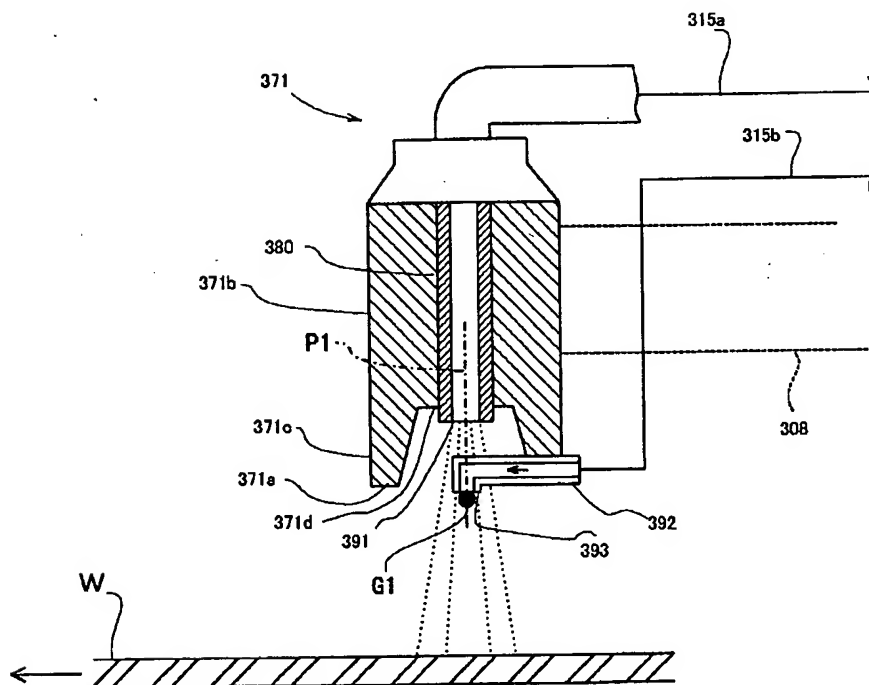
【図17】



【図 15】



【図 16】



## フロントページの続き

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マ-ト (参考)
G03F 7/42		G03F 7/42	
H01L 21/027		H01L 21/306	J
21/306		21/30	572 B

(72)発明者 佐藤 雅伸  
京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神  
北町1番地の 1 大日本スクリーン製造  
株式会社内

(72)発明者 平得 貞雄  
京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神  
北町1番地の 1 大日本スクリーン製造  
株式会社内

(72)発明者 安田 周一  
京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神  
北町1番地の 1 大日本スクリーン製造  
株式会社内

(72)発明者 森西 健也  
京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神  
北町1番地の 1 大日本スクリーン製造  
株式会社内

Fターム(参考) 2H096 AA25 HA23 LA02 LA30  
4F033 QA09 QB02Y QB03X QB13Y  
QB17 QD03 QD15 QE09  
4F042 AA07 AB00 CC04 CC10 DA01  
DF28 DF32 EB05 EB09 EB17  
EB23  
5F043 AA40 CC20 DD13 EE07 EE08  
EE10 EE30 GG10  
5F046 MA10 MA19

